

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**МАТЕРІАЛИ**

**XXI МІЖНАРОДНОГО  
ФОРУМУ МОЛОДІ**

**"МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0  
В XXI СТОЛІТТІ"**

**(10-11квітня 2025р.)**

*Україна  
Харків 2025*

**Склад організаційного комітету:**

Голова – д.т.н., професор, проректор з наукової роботи ДБТУ -	Михайлов Валерій Михайлович;
Співголова - д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ. Інститут механіки та автоматики АПВ	Адамчук Валерій Васильович.
Перший заступник голови: к.т.н., доцент, проректор з науково-педагогічної роботи ДБТУ -	Серік Максим Леонідович;
Заступники голови: д.т.н., доцент, декан ФМІ ДБТУ -	Бредихін Вадим Вікторович;
д.т.н., професор, СІТММБ, ДБТУ -	Автухов Анатолій Кузьмич.
Відповідальний секретар - к.т.н., доцент ДБТУ -	Мартиненко Олександр Дмитрович.
Члени оргкомітету:	
д.т.н., професор, академік НААН, ЦНТУ, м. Кропивницький -	Черновол Михайло Іванович;
д.т.н., професор, НУБіП, м. Київ -	Калінін Євген Іванович;
к.т.н., доцент, НУБіП, м. Київ -	Ружило Зіновій Володимирович;
д.т.н., професор, ЦНТУ, м. Кропивницький -	Шепеленко Ігор Віталійович;
к.т.н., професор, ЛНУП, м. Львів -	Ковалишин Степан Йосипович;
д.т.н., доцент, СумДУ, м. Суми -	Тимчук Сергій Олексійович;
д. інж., доцент, Русенські університет імені Ангела Кинчева, м. Русе, (Болгарія) (за згодою) -	Калоян Стоянов;
доктор хаб. проф. Університет Природничих Наук в Любліні, Польща, (за згодою) -	Анджей Марчук;
д.т.н., доцент, Національний центр ядерних досліджень, Отвоцк, Польща, (за згодою) -	Романюк Світлана Павлівна;
д.т.н., професор, ДБТУ -	Антощенков Роман Вікторович;
к.т.н., професор, НУБіП, м. Київ -	Михайлович Ярослав Миколайович;
к.т.н., доцент, ДБТУ -	Тіхонов Олександр Всеволодович;
к.т.н., доцент, ДБТУ -	Жила Віктор Іванович;
д.т.н., професор, ЛНУП, м. Львів -	Власовець Віталій Михайлович;
д.т.н., професор, наук. співробітник, Штутгартський університет м. Штутгарт, (Німеччина) (за згодою) -	Сторчак Михайло Григорович;
к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми -	Коноплянченко Євген Владиславович;
к.т.н., доцент, НУБіП, м. Київ -	Новицький Андрій Валентинович;
к.т.н., професор, ПДАУ, м. Полтава -	Біловод Олександра Іванівна;
Dr. PhD, декан факультету с.г., Університет Мараді, (Нігер), (за згодою)	Варума Аріфа;
д.т.н., проф., Словацький аграрний університет м. Нітра, (Словакія) (за згодою) -	Зденко Ткач;
к.т.н., доцент, ДДАЕУ, м. Дніпро -	Мельянцов Петро Тимофійович;
к.т.н., доцент, ДДАЕУ, м. Дніпро -	Деркач Олексій Дмитрович;
зав. НМК інженерно-технічної та технологічної освіти ДУ "НМЦ вищої та фахової передвищої освіти", м. Київ -	Шевченко Володимир Іванович;
PhD, професор Аграрної Школи Політехнічного інституту Браганси, м. Браганса, (Португальська Республіка), (за згодою) -	Арліндо Алмейда;
професор, Інженерний інститут Естонського університету наук про життя, (Естонська Республіка), (за згодою) -	Юрій ОЛЬГ
професор Департаменту агроєкологічних і територіальних наук (DISAAT), університету Альдо Моро Барі (Італійська Республіка), (за згодою) -	Сімон Паскуцці;
доцент, ДБТУ -	Бантковський В'ячеслав Анатолійович;
к.т.н., доцент, ПДАУ, м. Полтава -	Гончаренко Олександр Олексійович;
д.е.н., професор ДБТУ -	Мандич Олександра Валеріївна;
к.т.н., методист НМК ІНТТО ДУ "НМЦ вищої та фахової передвищої освіти", м. Київ -	Борхаленко Юрій Олександрович;
голова китайського офісу філії університету в Ліньї (Китайська Народна Республіка), (за згодою) -	Тін Ю Чена;
голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION», (Республіка Корея), (за згодою) -	Джеонг Ілля;
голова Ради Асоціації «Укрмашбуд»	Савченко Володимир Ілліч;
к.е.н., доцент, голова Ради молодих вчених ДБТУ, голова Ради молодих вчених при ХОД(В)А,	Міненко Софія Іванівна.

УДК 631.3

XXI-й Міжнародний форум молоді "МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ". Збірка матеріалів форуму. – Харків: ДБТУ. 2025. 530с.

До збірки тез включено матеріали XXI -го міжнародного форуму молоді "МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ "

Друкується згідно плану формування Переліку міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених Державного біотехнологічного університету у 2025 році та наказу в.о. ректора ДБТУ про проведення XXI -го міжнародного форуму молоді "МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ " (№ 01-01/82 від 11.03. 2025р.).

## СЕКЦІЯ 1. ІННОВАЦІЇ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ

### ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАКТОРА ХТЗ-170 МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ

Макаренко М.Г., доцент, Алієв Р.Е., магістр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The work studies the impact of modernization of the chassis of the KhTZ-170 tractor on the dynamic and economic performance of its operation.*

Розвиток сільськогосподарської техніки вимагає постійного вдосконалення ходової частини тракторів для підвищення їхніх тягово-динамічних характеристик. Трактор ХТЗ-170 використовується в різних аграрних умовах, і його модернізація дозволить покращити прохідність, зменшити буксування та підвищити ефективність експлуатації. Дослідження впливу змін у ходовій частині на динамічні властивості та економічні показники роботи є актуальним завданням для підвищення продуктивності техніки. Вдосконалення конструкції може суттєво знизити експлуатаційні витрати, покращити паливну економічність і забезпечити довговічність трактора.

Конструкція ходової частини трактора ХТЗ-170 забезпечує достатню міцність, проте її ефективність залежить від багатьох факторів, таких як тип шин, вага трактора, конструкція диференціала та загальне компонування ходової частини. Ходові характеристики трактора можуть змінюватися залежно від типу ґрунту, стану дорожнього покриття та кліматичних умов. Крім того, впливають і механічні фактори, такі як знос елементів ходової частини та якість мастильних матеріалів. Основними недоліками існуючої конструкції є: високий рівень буксування на м'яких ґрунтах, недостатня адаптація до нерівного рельєфу, відсутність системи регулювання тиску в шинах, обмежена ефективність стандартної підвіски при русі по пересіченій місцевості, високе навантаження на трансмісію під час буксування та відсутність адаптивної системи керування тягою для різних умов роботи.

З метою підвищення експлуатаційних показників пропонується адаптивна підвіска — система, яка автоматично змінює свої параметри залежно від умов експлуатації. Основні елементи адаптивної підвіски включають: сенсори навантаження та положення рами, які аналізують рельєф місцевості та визначають оптимальні параметри роботи підвіски; гідропневматичні або електронно-керовані амортизатори, що регулюють жорсткість підвіски в режимі реального часу; електронний блок управління (ЕСУ), який отримує інформацію від сенсорів і здійснює динамічне регулювання підвіски; автоматичні регулятори рівномірного розподілу навантаження на осі [1 - 4].

Принцип роботи адаптивної підвіски полягає в автоматичному регулюванні жорсткості та амортизаційних характеристик у режимі реального часу залежно від поточних умов руху. Датчики відстежують основні параметри, такі як навантаження на кожне колесо, вертикальні прискорення, кут нахилу рами та

швидкість руху трактора. Отримані сигнали надходять у центральний електронний блок керування (ECU) для подальшого аналізу.

На основі отриманих даних електронний блок керування обчислює оптимальні налаштування підвіски та формує команди для виконуючих механізмів. Алгоритми керування можуть враховувати тип ґрунту, стан дороги, поточну швидкість руху та навіть задані режими роботи (наприклад, транспортний чи польовий режим). Гідравлічні чи гідропневматичні виконавчі механізми змінюють жорсткість амортизаторів, тиск у пневматичних балонах або гідроциліндрах. Завдяки цьому регулюється кліренс і величина опору відбою чи стиснення в підвісці. Після кожної зміни параметрів підвіски сенсори повторно вимірюють показники для уточнення налаштувань у наступному циклі регулювання. Такий безперервний зворотній зв'язок дозволяє системі швидко адаптуватися до змін рельєфу та навантажень.

Коли трактор рухається по нерівній поверхні, система адаптивної підвіски зменшує жорсткість для покращення контакту коліс із ґрунтом і зниження вібраційних навантажень на вузли. При збільшенні швидкості або під час руху по твердій поверхні підвіска стає жорсткішою, що підвищує стабільність та керованість. Крім того, в окремих реалізаціях адаптивна підвіска може керуватися спеціалізованими режимами, що задані оператором: наприклад, підвищена прохідність, економічний режим чи режим транспортування.

Таким чином, адаптивна підвіска дає змогу оперативно реагувати на зміни рельєфу та умов роботи, зменшуючи пробуксовку та підвищуючи ефективність передавання потужності на ґрунт та зменшує ударні навантаження, які передаються на мости та раму трактора. А завдяки оптимальному розподілу ваги та зменшенню опору коченню вона може знизити середню витрату пального на 8-12%. Крім того забезпечується більш стабільний рух трактора навіть при маневрах на ухилах. Це знижує ризик перекидання і покращує безпеку експлуатації.

**Висновок.** Завдяки автоматичному регулюванню жорсткості амортизаторів адаптивна підвіска дозволяє покращити зчеплення коліс із поверхнею та мінімізувати пробуксовку. Це особливо важливо при русі по вологих або пухких ґрунтах, де жорстка підвіска сприяє втраті зчеплення.

**Список використаних джерел.** 1. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А. Використання інтелектуальних систем адаптивного керування підвіскою автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті» 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 155.

2. Макаренко М. Г., Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.

3. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.

4. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А., Бондаренко В. О. Використання штучного інтелекту і доповненої реальності при дослідженні маневрових якостей автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 90-92.

## КОНСТРУКЦІЯ АПАРАТА ДЛЯ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ПЕРГИ ІЗ БДЖОЛИНИХ СОТ

О.В. Бєлих, аспірант, (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The abstracts highlight the design of a device for mechanized extraction of bee bread from bee combs. The principle of operation, technical characteristics, hygienic advantages and efficiency compared to manual and semi-automatic methods are considered. The relevance of automation in beekeeping and the importance of maintaining product quality are emphasized.*

Перга — це ферментований пилкок, багатий на білки, амінокислоти, вітаміни та ферменти. Завдяки високій біологічній активності, вона використовується в дієтичному харчуванні, медицині, косметології та фармації (Bakour et al., 2022). Проте складність її видобутку з сот обмежує масове виробництво. Ручні методи вибивання або кришіння перги є малопродуктивними, трудомісткими та часто супроводжуються руйнуванням структури пергових гранул і значним забрудненням.

Для покращення цього процесу запропоновано конструкцію апарата ударно-вібраційного типу, який забезпечує швидке та якісне відділення перги зі стільників з мінімальними втратами. Суть технології полягає у попередньому заморожуванні стільників до температури  $-10\text{...}-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , що знижує пружність воскових структур, після чого вібраційна система деструктивно відокремлює пергу без механічного руйнування. Такий підхід ґрунтується на ефекті крихкості воску в умовах низьких температур (Akhmetova et al., 2012).

Конструкція апарата включає такі основні вузли:

- камеру завантаження зі стільниковими касетами;
- блок охолодження — холодильна або морозильна камера;
- вібраційний механізм, реалізований через ексцентриковий вал, приводиться в дію двигуном;
- систему очищення, яка включає сита або циклонні сепаратори;
- бункер збору перги, виготовлений із харчової нержавіючої сталі AISI 304.

У конструкції передбачено антивібраційні прокладки, цифровий терморегулятор, а також панель керування, що дозволяє оператору контролювати тривалість циклів, амплітуду вібрацій та температуру заморожування.

Технологічний процес включає три етапи:

1. Заморожування стільників у морозильному блоці;
2. Вібраційне виділення перги із сот;
3. Фільтрація та очищення продукту на ситі або решітці.

Перевагами такого підходу є:

- висока продуктивність (до 10–12 кг/год);
- мінімальні домішки та збереження структури перги;
- низька енерговитратність при налаштуванні оптимальних параметрів;
- гігієнічність конструкції, відповідність санітарним вимогам.

У порівнянні з традиційними методами, апарат показує в 4–5 разів вищу ефективність, особливо в умовах середніх і великих пасік. Розширення використання таких апаратів дає змогу не лише автоматизувати видобуток перги, а й

підвищити рентабельність пасіки та вивести продукт на новий рівень переробки (Adamchuk et al., 2021).

Як видно з даних (табл.1), вібраційний апарат забезпечує оптимальний баланс між продуктивністю та якістю. Установки комбінованого типу, які включають як заморожування, так і контрольоване вібраційне витрушування, є найбільш ефективними для комерційного використання. При цьому трудомісткість знижується у 3–4 рази в порівнянні з ручною працею, а кінцевий продукт не потребує повторного очищення або сушіння (Kashirin et al., 2019).

**Таблиця 1 – Порівняння методів відокремлення перги**

Метод	Продуктивність	Якість продукту	Трудомісткість
Ручне вибивання	До 2 кг/год	Середня, з домішками	Висока
Заморожування і кришіння вручну	3–4 кг/год	Добра	Висока
Вібраційний апарат	8–10 кг/год	Висока, мінімум домішок	Низька
Ударно-струшувальна установка	6–7 кг/год	Висока	Середня
Комбіновані установки	10–12 кг/год	Найвища, очищена перга	Низька

### **Висновки:**

Використання механізованого апарата для відокремлення перги — це ефективне рішення для модернізації пасічного виробництва. Конструкція дозволяє підвищити продуктивність, зменшити втрати сировини, зберегти поживні властивості перги та забезпечити стабільну якість продукту. Подальший розвиток технології — інтеграція з автоматичними лініями сушіння, фасування та контролю якості — зробить цей напрям ключовим у переробці бджолопродуктів.

**Список літератури:** 1. Akhmetova, R., Sibgatullin, J., Garmonov, S., & Akhmetova, L. (2012). Technology for extraction of bee-bread from the honeycomb. *Procedia Engineering*, 42, 1822–1825. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2012.07>.

2. Kashirin, D., Uspensky, I., Kostenko, M., Rembalovich, G., & Danilov, K. I. (2019). Cyclic convective drying of bee pollen. *MATEC Web of Conferences*, 297, 01021. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201929701021>

3. Adamchuk, L., Sukhenko, V., & Tysevych, Y. (2021). Bee bread quality: Botanical identification and production technology. *Commodities and Markets*. [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2021\(38\)07](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2021(38)07).

4. Bakour, M., Laaroussi, H., Ousaaid, D., El Ghouizi, A., & Lyoussi, B. (2022). Bee bread as a promising source of bioactive molecules and functional properties: An up-to-date review. *Antibiotics*, 11(2), 203. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020203>.

5. Ergün, H., Taner, G., Cinar, A. Y., & Yuceer, Y. (2024). Physicochemical, biochemical and sensory characterization of bee bread. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.1522990>

6. Kuts, O. V., Kokoiko, V. V., Mykhailyn, V. I., Onyshchenko, O. I., & Syromyatnikov, Y. M. (2024). Impact of nutrient management on physiological processes, biochemical properties, and. *Agricultural Science and Practice*, 11(3), 61-71. <https://doi.org/10.15407/agrisp11.03.061>

## АНАЛІЗ РІЖУЧЕ-ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО АПАРАТУ ЖНИВАРОК ТА КОСАРОК

Брусенцев К.В. здобувач., Пахучий А.М. к.т.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Modern designs of cutting and shredding devices used in agricultural machinery, such as mowers, forage and grain harvesters, mulchers and shredders, are considered. The main shortcomings of existing solutions are identified, in particular, narrow specialization of equipment, limited versatility and the lack of a comprehensive approach to combining technological operations of cutting, collecting and shredding plants.*

Для підвищення ефективності збирання сільськогосподарських культур необхідно вдосконалювати існуючі робочі елементи косарок і жаток комбайнів, забезпечуючи їхню універсальність і багатofункціональність. Оптимізація конструкцій цих агрегатів сприятиме зменшенню втрат урожаю, підвищенню продуктивності та економічної доцільності сільськогосподарського виробництва.

Збільшення енергоозброєності аграрної галузі в сучасних економічних і політичних умовах можливе завдяки впровадженню принципів ресурсозбереження, застосуванню енергоефективних технологій та використанню альтернативних конструкцій косарок і жаток комбайнів.

Наявні ріжучі апарати таких сільськогосподарських машин не забезпечують комплексного виконання операцій одночасного зрізання, збору та подрібнення стебел кукурудзи, соняшнику, очерету та деревних гілок з метою їх подальшого закладення в ґрунт, розподілу на поверхні або збору для потреб тваринництва. Тому важливим завданням є наукове обґрунтування конструктивно-технологічної схеми, визначення параметрів та режимів роботи універсального ріжуче-подрібнювального апарата. Це сприятиме розробці ефективного та енергоощадного обладнання для аграрного сектору.

На сьогодні залишаються нерозв'язаними питання теоретичного обґрунтування процесів зрізання, збору та подрібнення рослин одним агрегатом. Необхідно розробити структурно-функціональну схему пристрою, що забезпечить оптимальні технологічні параметри роботи, а також провести дослідження фізичних аспектів кінематичних режимів його функціонування. Основна проблема полягає у відсутності ефективної конструктивно-технологічної схеми, а також параметрів і режимів роботи ріжуче-подрібнювального апарата, який міг би одночасно здійснювати зріз, збір та подрібнення стебел сільськогосподарських культур. Розв'язання цієї проблеми сприятиме підвищенню продуктивності техніки та ефективності використання ресурсів в агропромисловому комплексі.

Сучасні механізми для зрізання та подрібнення стебел включають різноманітні елементи, зокрема ножі, ланцюгові компоненти та молотки. Однак ці пристрої забезпечують ефективну роботу лише в межах вузького спектра культур — або товстостебельних, або тонкостебельних, що значно обмежує їхню універсальність у використанні. На даний момент відсутні ріжучі апарати, які б



поєднували функцію зрізу з обертальним рухом шнека, що могло б суттєво підвищити ефективність роботи техніки.

Аналіз сучасних конструкцій косарок, кормо- та зернозбиральних комбайнів, мульчировщиків і подрібнювачів виявив ряд недоліків, що обмежують їхню ефективність і універсальність у сільськогосподарському виробництві. Основною проблемою є відсутність комплексного підходу до розробки ріжуче-подрібнювальних апаратів, які могли б одночасно виконувати кілька технологічних операцій – зрізання, збір і подрібнення стебел різних сільськогосподарських культур.

Наявні конструкції обладнані різними робочими елементами, такими як ножі, ланцюгові механізми та молоткові установки, проте вони здебільшого адаптовані для обробки вузького спектра рослин – або тільки товстостебельних, або лише тонкостебельних культур. Це значно знижує їхню гнучкість у використанні та вимагає розробки універсальних механізмів. Також серед недоліків сучасних систем є відсутність ріжучих апаратів, що поєднують обертальний рух шнека зрізу, що могло б покращити якість обробки стебел, зменшити енергетичні витрати та підвищити продуктивність роботи.

Для вирішення зазначених проблем необхідно розробити нову структурно-функціональну схему ріжуче-подрібнювального агрегату, яка забезпечить виконання кількох технологічних процесів у єдиному механізмі. Це потребує визначення оптимальних конструктивних параметрів та дослідження кінематичних режимів його роботи, що дозволить досягти більш високих показників енергоефективності, продуктивності та якості зрізання та подрібнення рослинної маси.

Перспективним напрямком розвитку сільськогосподарських машин є впровадження принципів ресурсозбереження, розробка нових технологічних рішень для оптимізації процесів збирання врожаю та подальшого використання рослинних залишків. Запропоновані вдосконалення сприятимуть зниженню експлуатаційних витрат, підвищенню продуктивності машин та забезпеченню більш ефективного використання ресурсів у сільському господарстві.

Таким чином, розробка нової конструкції універсального ріжуче-подрібнювального апарата є актуальною науково-технічною задачею, вирішення якої сприятиме підвищенню ефективності агропромислового комплексу та забезпеченню сталого розвитку сільськогосподарського виробництва.

### **Список літератури**

1. Козаченко О.В., Дьяконов С.О., Гончаров В.В., Пахучий А.М. Дослідження режимних параметрів обчислюючого барабану жниварки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ. 2019. Вип.199. С.388-396.

2. Пахучий А.М. Аналіз та напрямки підвищення ефективності жниварок обчислюючого типу. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2018. №13. С. 55-61.

## СИСТЕМИ КОПІЮВАННЯ ПОВЕРХНІ ПОЛЯ В КОНСТРУКЦІЯХ ЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Будовський Р.М. магістрант., Пахучий А.М. к.т.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*An analysis of existing balancing mechanisms and field surface copying systems used in the designs of such machines has been carried out, highlighting their advantages and disadvantages. Based on a review of various design solutions, a classification of these systems has been proposed, and their structural interconnection has been described, which allows for a general description of various implementation options for copying systems.*

Збиральні сільськогосподарські машини – це техніка, основним призначенням якої є збирання врожаю та його первинна обробка. Для захоплення та подачі зібраної маси в вони оснащуються спеціальними адаптерами: зерновими, трав'яними, валковими жатками, роторними косарками, підбирачами або іншими пристроями для збору врожаю.

Процес збирання врожаю за допомогою адаптерів, встановлених на зернозбиральних або кормозбиральних машинах, відбувається наступним чином: стеблова маса подається до ріжучого апарату жатки, де здійснюється її зрізання. Потім скошений матеріал за допомогою шнека або стрічкового транспортера спрямовується до центру жатки. Далі ця маса подається у вивантажувальне вікно жатки, звідки або укладається у валок для просушування, або надходить у технологічний тракт комбайна (похила камера чи живильно-подрібнювальний апарат) для подальшої обробки.

Щоб забезпечити якісне виконання процесу з мінімальними втратами, необхідно підтримувати задану висоту зрізу відносно поверхні поля. Оскільки рельєф поля має природні нерівності, підтримання постійної висоти зрізу можливе лише за рахунок функції копіювання рельєфу адаптером. Цю задачу виконує система копіювання рельєфу, яка забезпечує стабільність висоти зрізу, що сприяє безперервному та якісному виконанню технологічного процесу. Врахування цієї функції є важливим аспектом при проектуванні, модернізації та підвищенні ефективності систем копіювання, що використовуються в збиральних сільськогосподарських машинах.

Дослідження конструкцій систем копіювання рельєфу показує, що підтримання висоти робочих органів відносно поверхні поля забезпечується різними механізмами та методами. Серед них зустрічаються як конструктивно відмінні елементи, що виконують однакову функцію, так і подібні за будовою, але з різним призначенням. Це вказує на необхідність структуризації та класифікації систем копіювання рельєфу.

Усі існуючі системи копіювання рельєфу поля можна розділити на три основні групи: пасивні, активні та гібридні. До пасивних систем належать ті, в яких відсутнє активне керування параметрами висотного регулювання під час роботи. У таких системах налаштування виконується перед початком роботи, і в процесі експлуатації параметри не коригуються відповідно до змін рельєфу

поля. Пасивні системи можуть мати як механічний принцип дії (з використанням пружинно-важільних механізмів), так і гідропневматичний.

Під час роботи збиральної техніки рельєф поля змінюється як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках. Відповідно до цього механізми копіювання можна класифікувати за способом відстеження рельєфу відносно напрямку руху машини: механізми поздовжнього копіювання, механізми поперечного копіювання, механізми комбінованого (поздовжньо-поперечного) копіювання.

Характерною особливістю таких механізмів у зернозбиральних комбайнах є використання взаємопов'язаних нижніх важелів, виконаних у формі П-подібної рамки. Ця рамка кріпиться до корпусу похилої камери за допомогою одного шарового шарніра. У таких механізмах пружинні блоки одночасно забезпечують як поздовжнє, так і поперечне балансування.

Попри конструктивні переваги такої схеми, вона має низку недоліків: складність забезпечення оптимальної реакції башмака як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках на всьому діапазоні копіювання, взаємний вплив параметрів обох сторін механізму, для зернозбиральних комбайнів – складність агрегування з адаптером.

У сучасних зернозбиральних комбайнах із пружинно-важільними механізмами функції поздовжнього та поперечного копіювання, як правило, розділені. Це реалізується за допомогою перехідної рамки, на яку безпосередньо навішується адаптер. Вона з'єднується з похилою камерою та має вісь хитання у поздовжньому напрямку. Сам адаптер, у свою чергу, відносно рамки має вісь хитання у поперечному напрямку. Пасивні системи копіювання стали першою історичною групою механізмів балансування. Вони добре зарекомендували себе за умов роботи в обмеженому діапазоні копіювання, проте мають певні недоліки. Основна проблема таких систем – неможливість автоматичного коригування налаштувань у разі різких змін висоти рельєфу поля. На відміну від них, активні системи копіювання забезпечують автоматичне регулювання висоти робочих органів завдяки застосуванню різних технічних рішень та механізмів.

Ця класифікація дає змогу отримати загальне уявлення про системи копіювання, що використовуються в конструкціях збиральних сільськогосподарських машин.

**Список літератури.** 1. Пахучий А.М. Аналіз та напрямки підвищення ефективності жниварок обчислюючого типу. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2018. №13. С. 55-61.

2. Pakhuchyi A Experimental Substantiation of the Rational Parameters for a Reaping Machine of the Comb Type for Harvesting Oil Flax Seeds Kozachenko O., Pakhuchyi A., Shkregal O., Sorokin S, Dyakonov S., Gusarenko N, Kadenko V. // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. Vol 5, № 1 (107), 2020. с.64 – 69.

3. Сисолін П. В., Коваль С. М., Іваненко І. М. Машини для збирання зернових культур методом обчисування колосків. «КОД». 2010. ISBN 978-966-1508-34-6.

## НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ОВОЧЕВИХ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ

Булига О.С., Вініченко Б.Е., Красін К.І., магістри  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The main directions of development of precision seeding vegetable seeders are considered. The possibilities of increasing productivity and quality of sowing by improving the design of seeding devices, using modular frames, unified seeding sections, electric drives and modern automatic control systems are analyzed.*

Сучасне овочівництво потребує точного висіву насіння, що визначає необхідність удосконалення конструкцій сівалок. Аналіз науково-технічної, патентної та спеціалізованої літератури свідчить про необхідність підвищення продуктивності та якості посіву шляхом розробки нових конструкцій робочих органів, підвищення надійності та використання електроприводів і автоматичних систем контролю [1].

Основні напрямки розвитку сівалок точного висіву насіння овочевих культур включають підвищення продуктивності шляхом збільшення ширини захвату, мінімізації втрат часу за рахунок підвищення надійності робочих органів та впровадження сучасних систем автоматичного контролю і регулювання. Важливим напрямком є створення модульних конструкцій, що передбачає використання єдиної рами для сівалок, які працюють з різними культурами, а також максимальну уніфікацію вузлів, таких як опорно-привідні колеса, маркери, системи автоматичного контролю тощо. Удосконалення висівних апаратів спрямоване на розробку універсальних висівних механізмів, здатних забезпечувати точний висів насіння різних культур. Створення швидкознімних посівних секцій із можливістю їхньої адаптації до різних культур. Зменшення металомісткості за рахунок використання легких високоміцних матеріалів та пластмас, а також оптимізації конструкцій для зниження ваги посівних машин. Впровадження електроприводів для приводу висівних апаратів, джерел вакууму та керування маркерами.

Проведенні дослідження показали, що для таких культур, як морква, цибуля та редиска, оптимальна глибина заробки насіння на зрошуваних землях становить 10...20 мм. Це потребує удосконалення пристроїв для копіювання рельєфу поля та заробки насіння, що дозволить підвищити рівномірність сходів.

Впровадження запропонованих конструктивних змін у овочевих сівалках точного висіву сприятиме підвищенню їхньої ефективності, надійності та якості посіву. Використання сучасних матеріалів, електроприводів, автоматичних систем контролю та уніфікованих модульних рішень дозволить створити конкурентоспроможні вітчизняні овочеві сівалки, що відповідатимуть сучасним агротехнічним вимогам

Список використаних джерел:

1. Кириченко Р.В. Обґрунтування параметрів процесу та розробка вібраційно-дискового висівного апарата для однонасінневої сівби дрібного насіння : дис канд. техн. наук : 05.05.11. Харків, 2011. 284 с.

## ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД МАШИН ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК

Бундюк А.В., здобувач; Баталова А.Б., Калнагуз О.М., ст. викладач;  
(СНАУ, м. Суми, Україна)

*Rolling is an important technological operation during the cultivation of agricultural crops. Grinding of plant residues is an important technological operation, the agronomic effect of which is ensured by the uniform distribution of the crushed material in the soil horizons and on the field surface.*

Важливою технологічною операцією під час вирощування сільськогосподарських культур є коткування, яке проводять для руйнування грудок, що утворюються в процесі оранки, ущільнення ґрунту перед висівом культур, загортання з прикочуванням сидератів, подрібнення рослинних решток після збирання врожаю.

Подрібнення рослинних решток — важлива технологічна операція, агрономічний ефект від якої забезпечується рівномірним розподілом подрібненого матеріалу в ґрунтових горизонтах і на поверхні поля.

Нами було проведено патентний огляд машин для подрібнення рослинних решток.

Винахідниками з Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної Академії Аграрних наук України (ІМА АПВ НААН) розроблений коток-подрібнювач для рослинних решток (рис. 1). Даний коток-подрібнювач має раму та підрамник, до якого прикріплені два барабани з ножами. Ріжучі ножі розміщені по всій ширині захвату у шаховому порядку і нахилені до осі обертання барабана під кутом  $10^\circ$ . Коток-подрібнювач рослинних решток може працювати як у складі причіпного комбінованого агрегату для подрібнення і загортання рослинних решток, так і автономно, як начіпна машина, бо що агрегатується з трактором [4].

Науковцями з Центральноукраїнського національного технічного університету запропонований коток-подрібнювач рослинних решток (рис. 1), при допомозі якого відбувається не тільки подрібнення залишків від попередника, а і загортання їх в ґрунт завдяки встановленими ґрунтообробними робочими органами. Ґрунтообробні робочі органи, які встановлених позаду котків, підвищують ефективність роботи подрібнювача рослинних решток примусовим притисканням до поверхні ґрунтово-рослинного середовища котків з ножами ґрунтообробними робочими органами та зменшення енергетичних витрат на підготовку ґрунту до сівби шляхом суміщення операцій подрібнення рослинних решток і поверхневого обробітку ґрунту [5].

Науковцями з вищезазначеного ВНЗ також запропоновано коток-подрібнювач рослинних решток зі спірально розташованими ножами який дозволить знизити забивання простору між ножами рослинними залишками та ґрунтом. Дане вдосконалення дозволить підвищити як якість так і надійність технологічного процесу суцільного післязбирального подрібнення рослинних решток сільськогосподарських культур та усунути забивання міжножового простору рослинно-ґрунтовою масою за рахунок використання котка-

подрібнювача рослинних решток із ножами, що розташовані на поверхні барабана під кутом по витягнутій спіралі.

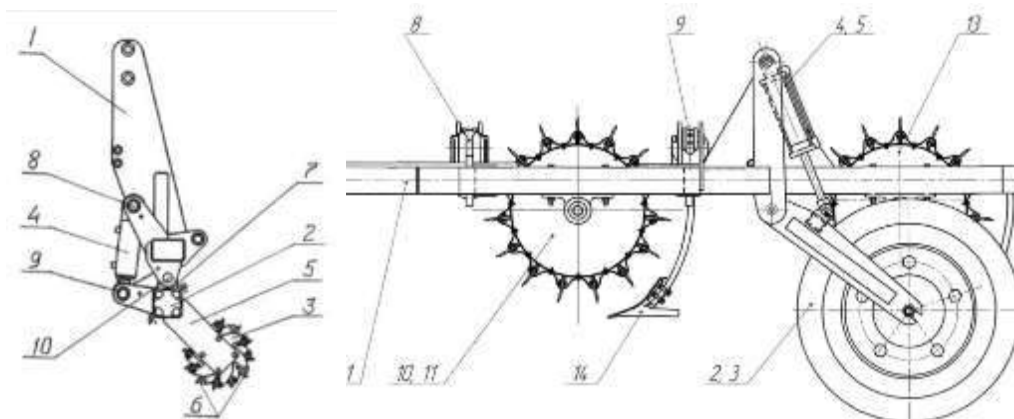


Рис. 1. Котки-подрібнювачі [4-5]

Отже, з позитивних властивостей досліджуваного сільськогосподарського знаряддя можна виділити: розміщення рослинних залишків на ґрунті буде рівномірною, а це в свою чергу призведе до кращого проникнення вологи під час дощу та відповідно її збереження під час сонячних днів.

#### Список літератури:

1. Войновський В. Легка техніка для подрібнення рослинних решток. Головний журнал з питань агробізнесу. Журнал "Пропозиція". 2021. URL: <https://propozitsiya.com/ua/legka-tehnika-dlya-podribnennya-roslynnyh-reshtok> (дата звернення: 24.03.2025).

2. Котки-подрібнювачі: сила — в ножах / В. Погорілий та ін. Головний журнал з питань агробізнесу "Пропозиція". Сайт <https://propozitsiya.com/ua>. Головна / Статті / Техніка та обладнання / Техніка для обробки ґрунту /. 29.07.2022. URL: <https://propozitsiya.com/ua/kotki-podribnyuvachi-sila-v-nozhah> (дата звернення: 25.03.2025).

3. Дудник, І. І. Механізація вирощування озимої пшениці з удосконаленням котка-подрібнювача пожнивних решток : магістерська дипломна робота : спец. 208 "Агроінженерія" / наук. кер. В. М. Сало ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2024. - 73 с.

4. Коток-подрібнювач рослинних решток : пат. 156953 Україна : A01B29/00 A01D33/00 A01D34/835 A01D43/10. № a202102824 ; заявл. 28.05.2021 ; опубл. 29.08.2024, Бюл.№ 35.

5. Коток-подрібнювач рослинних решток : пат. 134042 Україна : A01B29/04 A01B33/00 A01D43/00. № u201812270 ; заявл. 11.12.2018 ; опубл. 25.04.2019, Бюл. № 8. 5 с.

6. Коток-подрібнювач рослинних решток зі спіралью розташованими ножами : пат. 153463 Україна : A01B29/06 A01B33/00 A01D82/00. № u 202204205 ; заявл. 03.11.2022 ; опубл. 12.07.2023, Бюл. № 28. 4 с.

**ОГЛЯД МАШИН ДЛЯ БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

Водолазкий Д.В., здобувач; Горовий М.В., Калнагуз О.М., ст. викладач.  
(СНАУ, м. Суми, Україна)

*Soybean is a unique food, feed and medicinal plant, which for many years has been one of the most important strategic crops in world agriculture. In recent decades, the popularity of soy products has grown significantly due to increased interest in healthy eating and vegetarianism.*

Технологію безполицевого обробітку ґрунту найкраще виконувати культиватором. Ця технологія допомагає запобігти руйнуванню ґрунтового шару вітром і зберегти вологу в ґрунті.

Виробник ТОВ «Завод Проммаш» презентує нам культиватори серії КПС-КПЕ. Це вдала спроба реалізації моделі, що має продуману конструкцію агрегату та якісне виконання своєї роботи. Особливістю в даній машині є можливість зміни стрілочастих лап. Основними елементами культиватора є середня рама до якої прикріплено з обох боків крила. На них знаходяться ходова частина та механізм регулювання глибини обробітку.

Дніпропетровська корпорація «Агро-Союз» співпрацює з відомою німецькою фірмою «Хорш». В результаті співпраці було випущено широкозахватні культиватори моделі FG-12,30 та FG-18,30 розроблені для поверхневого обробітку ґрунту. Культиватори типу FG використовують для вирівнювання ґрунту, знищення бур'янів і збереження поживних решток. Культиватор «Хорш-Агро-Союз» має добре продуману конструкцію. Складається з стрілочастих лап і лап типу «Mulch-Mix», що розміщені в чотири ряди. Стрілочаста лапа без особливих труднощів заривається в ґрунт.

Виробник ТОВ НВП «БілоцерківМАЗ» зацікавив нас культиватором модельного ряду КН-3,8-12 (рис. 1). Призначений він для обробітку ґрунту перед посівом, також застосовують для догляду за парами. За будовою культиватор складається з рами на якій в два ряди кріпляться стрілочасті лапи. Два котки, що регулюються гвинтовим пристроєм.

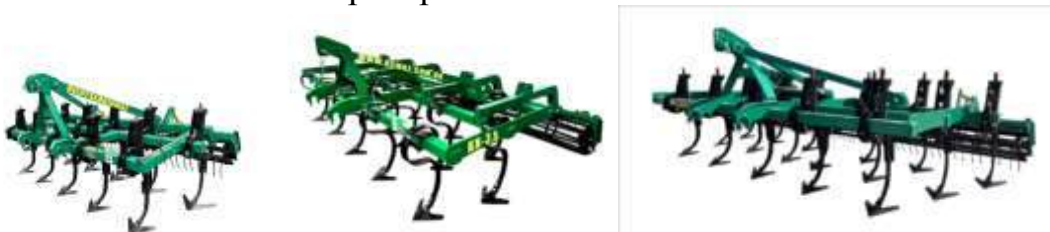


Рис. 1. Модельний ряд культиваторів КН від «БілоцерківМАЗ»

Виробництво ВАТ «Уманьферммаш» представило культиватор паровий КПН-4 та КПН-8. Агрегат для суцільного обробітку ґрунту поєднує в собі одночасно кілька технологічних операцій: мульчування, вирівнювання поверхні поля та знищення бур'янів. Робочі органи – стрілочасті лапи, розташовані в три ряди для рівномірного підрізання бур'янів і розпушування ґрунту, та ребристі котки, що подрібнюють грудки, вирівнюють і ущільнюють ґрунт.

Культиватор лемішно-дисковий КЛД-2,0, вироблений ВАТ «ЛКМЗ», є сучасною розробкою нового типу робочого органа. Апарат призначений для зяблевого та передпосівного обробітку ґрунту. Важливими виконавчими елементами є леміш, який працює за принципом об'ємного розпушування ґрунту.

ВАТ «Хмільниксільмаш» зарекомендувало таку техніку, як універсальні культиватори КУН-3 та КУН-6,3, а також комбіновані швидкісні агрегати серії АКШ (АКШ-2,5, АКШ-3,6, АКШ-5,6). Агрегати універсальні навісні КУН-3,0 і напівнавісні КУН-6,3 спеціалізуються на суцільному і передпосівному обробітку ґрунту. Особливості обробітку: збереження рослинних решток, мінімальний вплив на ґрунт.

ВАТ «Галещинамашзавод» є виробником культиваторів, серед яких комбінований напівпричіпний ККП-6 «Кардинал» (рис. 2) та широкозахватний напівпричіпний КШН-5,6 «Резидент». Культиватор КШН-5,6 «Резидент» зарекомендував себе як універсальний та багатофункціональний агрегат



Рис. 2. Культиватор ККП-6 «Кардинал»

Унікальною особливістю в конструкції агрегату є можливість комплектування з навісним пристроєм під зернову сівалку, що дозволяє за один прохід проводити не тільки передпосівну підготовку ґрунту, а й сам посів.

### Список літератури:

1. Шустік Л., Ясенецький В., Іваненко Л. Вітчизняні культиватори для суцільного обробітку ґрунту. Головний журнал з питань агробізнесу "Пропозиція". <https://propozitsiya.com/ua>. Головна / Статті / Техніка та обладнання /. 15.07.2008. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vitchiznyani-kultivatori-dlya-sucilnogo-obrobitku-gruntu> (дата звернення: 20.03.2025).

2. Сокирко П., Удовиченко Г. Результати випробування комбінованих ґрунтообробних агрегатів у сучасному сільськогосподарському виробництві. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2009. Т. 3 : Сільське господарство. Рослинництво. С. 57–61. URL: [https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2009/03/11\\_rosl\\_3\\_2009.pdf](https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2009/03/11_rosl_3_2009.pdf) (дата звернення: 30.03.2025).

3. Культиватор ККП-6. Сайт Техніка і Технології. <https://t-i-t.com.ua/>. Головна/Каталог товарів / Підготовка ґрунту / Культиватори суцільні/Європак. URL: <https://t-i-t.com.ua/ua/kultivator-kkp-6-kardinal/> (дата звернення: 30.03.2025).



УДК 631.9

**ФОРМУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ПОСІВІВ ЗЛАКОВИХ  
КУЛЬТУР**

О.А. Романашенко, доцент, І.О. Вороний, бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна) [romanashenko.a@gmail.com](mailto:romanashenko.a@gmail.com)

*Optimisation of the main natural conditions for the formation of highly productive cereal crops in soil protection contour reclamation systems of agriculture.*

Інтенсивні технології спираються на використання сучасної техніки і жорстку експлуатацію обмежених або непоновлюваних ресурсів продуктивності, локалізацію технічних заходів і зусиль на окремо взятих культурах при вузькій спеціалізації господарств. Але потрібно сказати, що ці принципи не враховували екологічний стан при застосуванні цих технологій, основним завданням яких було збільшення виробництва продукції тієї або іншої культури і рослинництва, в цілому за рахунок інтенсивних факторів.

Для отримання високого врожаю, аграріям потрібно інвестувати в якісне насіння, різні засоби захисту рослин, добрива, а після збирання – проводити сушку (яка на сьогодні є надзвичайно дорогавартісною) та зберігати. Через несприятливі фактори та обмеженість експорту в цьому році прогнозується, що площі під кукурудзою залишаться на рівні 4 млн га, решту площі замінить соняшник, соя, ріпак, нішеві культури. Однак, ця культура залишається стратегічно важливою і перспективною, тож ми вирішили розповісти про основні елементи технології вирощування кукурудзи, а також критичні періоди живлення і підживлення цієї культури.

Оптимізація основних природних умов формування високопродуктивних посівів злакових культур у ґрунтозахисних контурно-меліоративних системах землеробства, дає можливість підвищити виробництво злакових за показниками їх врожайності на 20-30%. Загальнооптимізаційні заходи цієї системи супроводжуються скороченням застосування хімічних засобів для інтенсивного вирощування злакових та інших культур і поліпшують екологічну чистоту продукції.

На біолого-рослинницькому та агротехнічно-технологічному рівнях формування інтенсивних посівів злакових культур передбачається оптимізація досить широкого спектра умов, факторів і параметрів, що в сукупності та взаємодії забезпечують високу продуктивність.

Злакові культури можуть бути найкращим модельним об'єктом висвітлення питань максимального використання всіх складових потенціалу інтенсивних технологій, у поєднанні з найширшою їх біологізацією, як оптимального шляху зростання виробництва екологічно чистої продукції.

**Список літератури:**

1. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М.. Системи сучасних інтенсивних технологій – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 370с.

## РОБОТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ДОЇННЯ КОРІВ: ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Ю.М. Сиромятников, к.т.н., П.С. Сиромятніков, доцент,  
О.В. Гавриленко, студент, [Ukridu@gmail.com](mailto:Ukridu@gmail.com)  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The paper analyzes the advantages of robotic milking systems for cattle. It describes their impact on productivity, milk quality, and the efficiency of livestock enterprises.*

Автоматизація технологічних процесів у тваринництві, зокрема доїння, є пріоритетним напрямом розвитку сучасного агропромислового комплексу України. Роботизовані системи доїння (РСД), серед яких найбільш поширеними є *Lely Astronaut*, *GEA DairyRobot* та інші, забезпечують високий рівень точності, гігієни та продуктивності при мінімальній втручанні людини [1]. Ці системи дозволяють фермерським господарствам автоматизувати процес доїння, здійснюючи безперервний моніторинг стану тварин, якості молока та технічного стану обладнання.

Використання РСД сприяє підвищенню надоїв за рахунок зменшення стресу у корів, оскільки тварини можуть добровільно підходити до доїльного робота у зручний для себе час. Окрім того, інтегровані сенсорні системи дозволяють оперативно виявляти перші ознаки маститу, оцінювати температуру молока, електропровідність та інші показники, що є критично важливими для якості продукції. Аналітичні модулі таких систем формують статистику по кожній корові, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо управління стадом.

Згідно з дослідженням Jago, Burke, Williamson і Matthews (2020) [2], використання РСД може підвищити добову продуктивність до 12%, з одночасним зниженням затрат на оплату праці до 25%. Проте, незважаючи на очевидні переваги, розповсюдження роботизованих систем в Україні обмежується низкою факторів, зокрема високою вартістю обладнання, потребою в надійному електропостачанні та недостатнім рівнем підготовки фахівців. Як зазначено у роботі Kravchenko, Porova і Mazur (2023) [3], більшість малих та середніх фермерських господарств не можуть дозволити собі подібні інвестиції без державної підтримки або програм кредитування.

Прогноз Rabobank (2023), Rodenburg, J. (2020) [4-5] свідчить про те, що до 2030 року понад половина нових ферм у світі будуть оснащені автоматизованими доїльними установками, що підкреслює глобальний тренд на роботизацію галузі (табл.1).

З метою успішної інтеграції РСД в українські господарства необхідно створити інфраструктурні умови, розвивати сервіси технічного обслуговування, а також впроваджувати навчальні програми для майбутніх операторів таких систем.

Таблиця 1 – Переваги та недоліки роботизованих систем доїння

Переваги	Недоліки
Зниження потреби в ручній праці	Висока вартість обладнання
Поліпшення якості молока	Потреба в стабільному електропостачанні
Автоматичний моніторинг здоров'я корів	Необхідність адаптації персоналу
Зменшення стресу у тварин	Вимоги до інфраструктури
Гнучкий графік доїння	Складність технічного обслуговування

### Висновки

Роботизовані системи доїння демонструють значні переваги для молочної галузі. Однак для їх масового впровадження в Україні необхідна державна підтримка, технічна база та кваліфіковані кадри.

### Список літератури:

1. de Koning, C. J. A. M. (2021). *Automatic milking systems: State of the art and recent developments*. Wageningen Livestock Research. <https://doi.org/10.18174/546845>
2. Jago, J. G., Burke, J. L., Williamson, J. H., & Matthews, L. R. (2020). The use of automatic milking systems in dairy farming: Effects on animal welfare and productivity. *Animal*, 14(10), 2070–2079. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001091>
3. Kravchenko, D. S., Popova, L. A., & Mazur, O. M. (2023). Challenges and prospects of implementing robotic milking systems in Ukraine. *Ukrainian Journal of Agricultural Engineering*, 30(2), 25–32. <https://doi.org/10.32515/ujag.2023.2.3>
4. Rabobank. (2023). *The future of robotic milking: Global trends and adoption*. Rabobank Industry Reports. <https://www.rabobank.com/research>
5. Rodenburg, J. (2020). Welfare implications of automatic milking systems in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 5745–5756. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17432>

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА МОНІТОРИНГУ ЗБЕРІГАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ.

Серікова О.М., к.т.н., доцент, Голота В.В., ад'юнкт, Дереза О.С., бакалавр  
(НУЦЗУ, м. Черкаси, Україна)

*Comprehensive approach to ensure the safety of petroleum product transportation involves not only compliance with technical regulations, but also the implementation of innovative solutions in the field of logistics and monitoring.*

Транспортування нафтопродуктів охоплює низку логістичних операцій, спрямованих на забезпечення безперервного переміщення сировини та готової продукції від місць видобутку або переробки до кінцевих споживачів. Особливості вибору транспортного засобу визначаються низкою чинників, зокрема фізико-хімічними характеристиками нафтопродуктів, відстанню перевезення, економічними аспектами та екологічною безпекою. Оскільки нафтопродукти належать до категорії небезпечних вантажів, транспортні рішення повинні відповідати суворим вимогам безпеки та регламентам, що регулюють перевезення таких речовин [1,2].

У практиці транспортування нафтопродуктів застосовують три основні види транспорту: залізничний, автомобільний та морський. Кожен із цих способів має свої переваги, обмеження та сфери застосування. У таблиці 1. узагальнено ключові характеристики цих видів транспорту.

Таблиця 1. — Характеристики видів транспорту нафтопродуктів

Види транспорту	Основні переваги	Обмеження	Типові сфери застосування
Залізничний	Висока вантажопідйомність, економічна доцільність для великих обсягів перевезень, стабільність у будь-яких погодних умовах	Вимоги до спеціальної інфраструктури (цистерни, термінали), обмежена гнучкість маршрутів	Масові перевезення нафтопродуктів на великі відстані, зокрема між нафтопереробними заводами та споживчими ринками
Автомобільний	Гнучкість у виборі маршрутів, доступність для перевезень на короткі та середні відстані, оперативність доставки	Обмежена вантажопідйомність, вищі ризики аварійності, значні викиди шкідливих речовин	Постачання пального до автозаправних станцій, транспортування між підприємствами на невеликих відстанях
Морський	Найнижча собівартість перевезень на великі відстані, можливість транспортування величезних обсягів нафти та нафтопродуктів	Тривалі терміни доставки, залежність від погодних умов, екологічні ризики витоків	Експортно-імпортні операції, транспортування сировини між континентами та великими портами

Порівняння трьох основних видів транспорту нафтопродуктів демонструє, що кожен із них має власну сферу застосування, яка визначається параметрами безпеки, економічної ефективності та технічної доступності. Залізничні перевезення забезпечують надійний спосіб транспортування великих обсягів продукції на великі відстані, хоча потребують спеціалізованої інфраструктури. Автомобільні перевезення вирізняються високою мобільністю, проте мають обмеження щодо обсягів і впливу на навколишнє середовище. Морський транспорт є найвигіднішим для міжконтинентальних перевезень, але супроводжується екологічними ризиками та тривалими термінами доставки. Комплексний підхід до логістики нафтопродуктів передбачає раціональне використання цих видів транспорту залежно від конкретних завдань і географічних особливостей перевезень [3-5].

Комплексний підхід до забезпечення безпеки транспортування нафтопродуктів передбачає не лише дотримання технічних регламентів, а й впровадження інноваційних рішень у сфері логістики та моніторингу. Поєднання механічних засобів захисту, цифрових технологій і кваліфікованого персоналу дозволяє зменшити ймовірність аварійних ситуацій та мінімізувати потенційні наслідки розливів. В умовах сучасних екологічних викликів безпека транспортування нафтопродуктів стає одним із ключових аспектів стійкості енергетичного сектору.

#### Література:

1. Sedusova E., May I, Kleyn S, 2020 To the problem of the natural environment quality in the oil storage and transshipment facilities zones of influence. IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science, DOI 10.1088/1755-1315/548/6/062088
2. Sierikova O., Strelnikova E., Degtyariv K. (2024). Storage of Liquid Hydrocarbons in Reservoirs under Seismic Loads. 7. International Marmara Scientific Research and Innovation Congress. (27-28 January, 2024, Istanbul, Turkey). P. 840-842.
3. Degtyariv, K., Kriutchenko, D., Osypov, I., Sierikova, O., Strelnikova, E. (2024). Dampers Influence on Sloshing Mitigation in Fuel Tanks of Launch Vehicles and Reservoirs. In: Nechyporuk, M., Pavlikov, V., Krytskyi, D. (eds) Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2023. ICTM 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1008. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-61415-6\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-031-61415-6_36)
4. Sierikova E., Holota V. Problems of Petroleum Products Transportation in Tanks. Abstract book of 6. International Anatolian Scientific Research Congress (November 08-10, 2024, Konya, Türkiye). P. 376.
5. Серікова О.М., Голота В.В. Екологічна небезпека зберігання та транспортування нафтопродуктів. The 2nd International scientific and practical conference "Scientific research: modern challenges and future prospects" (September 23-25, 2024, Munich, Germany) С. 148-151.

## ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ, ТРАНСПОРТУВАННІ І ПЕРЕРОБЦІ МОЛОКА

П.С. Сиромятніков, доцент, М.Д. Горбунова, Н.О. Войтова, студентки  
[Ukridu@gmail.com](mailto:Ukridu@gmail.com), (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The abstracts examine ways to improve energy efficiency at all stages of the dairy chain, from milking to storage and transportation. The role of thermal insulation, recovery systems, cold chain technologies and energy management is emphasized.*

Процеси виробництва, зберігання, транспортування та переробки молока є одними з найбільш енергоємних в агропромисловості. Наприклад, дослідження в США свідчать, що енерговитрати на охолодження, обігрів води та пастеризацію є основними джерелами споживання енергії на молокозаводах (Masanet et al., 2014).

На етапі **доїння**, енергія в основному витрачається на вакуумні насоси та охолоджувальні системи. Використання частотно-регульованих приводів насосів дозволяє зменшити витрати електроенергії до 30%, що підтверджується як у США, так і у країнах ЄС (Kraatz & Berg, 2007).

**Охолодження молока** до 4 °C відразу після доїння є критично важливим. Встановлення систем рекуперації тепла, які повторно використовують енергію, що виділяється в процесі охолодження, дозволяє знизити загальне енергоспоживання до 50% (El-Jamal et al., 2018).

Під час **транспортування**, температура є ключовим фактором збереження якості молока. Ізотермічні цистерни з акумуляторами холоду дають змогу зберігати температуру протягом понад 10 годин, навіть за високих зовнішніх температур (Egas et al., 2021).

У **переробці молока**, застосування багатоконтурних пастеризаторів та теплоізоляованих трубопроводів забезпечує скорочення витрат теплової енергії до 25% (Taner, 2023).

**Енергоменеджмент** як система контролю і оптимізації споживання енергії в молочній галузі дозволяє не лише знижувати витрати, а й підвищити стійкість підприємств до енергетичних ризиків (Radko, 2019).

Наведена інформація (табл.1) ілюструє практичні заходи, які можуть бути реалізовані в молочному секторі для зниження енергоспоживання. Зокрема, впровадження рекупераційних систем на охолодженні дозволяє не лише заощаджувати енергію, а й забезпечити гарячу воду для миття обладнання без додаткових витрат.

### **Висновки:**

Зниження енергоспоживання у молочному секторі досягається впровадженням простих, але ефективних технологій на кожному етапі — від ферми до молокозаводу. Це підвищує не лише енергоефективність, а й загальну економічну сталість галузі.

Таблиця 1 – Енергоефективні рішення в молочному ланцюгу

Етап	Технологія	Тип господарства	Очікуваний ефект
Доїння	Частотні приводи насосів	Будь-яке	Економія електроенергії до 30% (Kraatz & Berg, 2007)
Охолодження	Системи рекуперації тепла	Середні/великі ферми	До 50% повторного використання тепла (El-Jamal et al., 2018)
Транспортування	Ізотермічні цистерни	Будь-яке	Збереження температури понад 10 годин (Egas et al., 2021)
Переробка	Багатоконтурні пастеризатори	Молокозаводи	Скорочення теплових втрат до 25% (Taner, 2023)
Управління	Системи енергоменеджменту	Будь-яке	Комплексне скорочення витрат енергії (Radko, 2019)

**Список літератури:**

1. Masanet, E., Brush, A., & Worrell, E. (2014). Energy efficiency opportunities in the U.S. dairy processing industry. *Energy Engineering*, 111(1), 7–34. <https://doi.org/10.1080/01998595.2014.10876999>
2. Kraatz, S., & Berg, W. (2007). Energy demand for milking dairy cows. *American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE)*. <https://doi.org/10.13031/2013.23273>
3. El-Jamal, G., Maatouk, C., Ghandour, M., Mourtada, A., & Kaddah, F. (2018). Energy efficiency in dairy production: Elaboration of energy consumption rating, Lebanese case study. In *2018 4th International Conference on Renewable Energies for Developing Countries (REDEC)* (pp. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/REDEC.2018.8597633>
4. Egas, D., Ponsá, S., Llenas, L., & Colón, J. (2021). Towards energy-efficient small dairy production systems: An environmental and economic assessment. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 39–51. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.03.021>
5. Taner, Ö. Ö. (2023). Energy and production analysis of a dairy milk factory: A case study. *Journal of Thermal Engineering*. <https://doi.org/10.18186/thermal.1370731>
6. Radko, V. (2019). Economic aspects of energy efficiency in Ukrainian agricultural enterprises' dairy farming. *Ekonomika ta upravlinnâ APK*, (1), 65–75. <https://doi.org/10.33245/2310-9262-2019-148-1-65-75>

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОРМОВИХ МАТЕРІАЛІВ В ТВАРИННИЦТВІ

Гулійова А.І., Скрипнік А.А.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Семенов В.І.

(Державний біотехнологічний університет)

*One of the methods of improving feed preparation is the use of alternative energy sources during the creation of feed mixtures. The proposed model of the mixer provides for the implementation of the technological process of mixing due to gravity.*

**Key words:** *mixing, feeds, optimization, animal husbandry, technological process.*

Враховуючи те, що виробництво кормів є однією з найвитратніших за працею операцій, а процес змішування однієї тони корму споживає один кіловат-годину електроенергії, то розробка енергоощадних технологій у кормовиробництві є однією з цілей енергозбереження. Альтернативним джерелом енергії в цьому випадку можуть слугувати сили гравітації. Виходячи з цього, нами розроблено конструкцію змішувача сипких кормів, де процес змішування відбувається під впливом сили тяжіння.

Гравітаційний змішувач сипких кормів (рис.1) безперервної дії включає в себе ємність готової суміші 1, накопичувальні бункери 2, розподільні пристрої 3, рухоми раму 4.

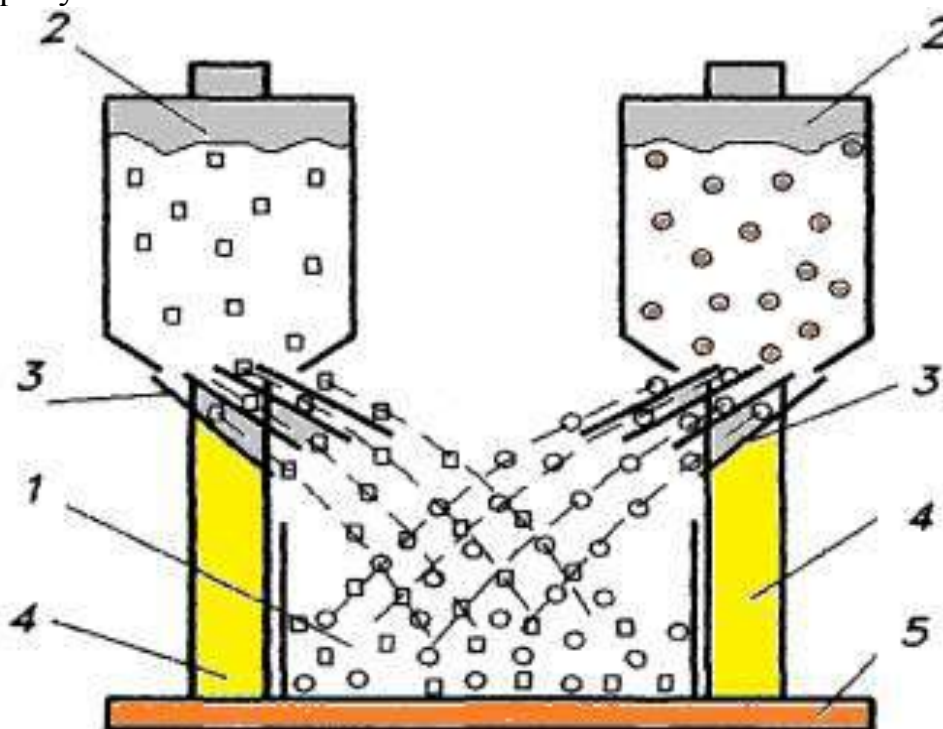


Рис.1. Схема змішувача кормових матеріалів.

Гравітаційний змішувач для сипучих кормів функціонує так: зернові компоненти, які треба змішати, завантажують у приймальні бункери. Дозування сипучих кормів відбувається через регулювання площі вихідних отворів. Сипучі корми, потрапляючи на відповідні розподільчі пристрої, утворюють



серію віялових потоків кожного компонента, кількість яких відповідає кількості напрямних. Збільшення числа крил зумовлює зростання зон взаємодії потоків, що позитивно впливає на ефективність змішування, забезпечуючи рівномірний розподіл сипучих кормів у горизонтальному розрізі зони змішування.

Зміна конфігурації окремого потоку залежить від кута нахилу направляючої пластини в блоці розподільчого пристрою. Рух окремої частинки сипучого корму в ємність готової суміші відбувається під впливом гравітації з похилим вектором швидкості, який дорівнює швидкості відокремлення частинки від направляючої, що сприяє розпушенню потоку. Як наслідок, збільшення відстані між частинками сипучого корму розширює об'єм крила та сприяє об'єднанню крилових потоків для формування суміші.

### **Список використаних джерел:**

1. Семенцов В. І., Кобзар В. А., Міхєєв Ю. Р. Про необхідність збагачення комбінованих кормів біологічно активними кормовими домішками. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 192 «Проблеми надійності машин». 2018. С. 142-150.
2. Modeling of the Dosing Process of Loose Fine-Dispersed Materials with a Sieve Dispenser [Electronic resource] / V. Sementsov, S. Kharchenko, S. Taras, S. Samborski, V. Voloshchuk, V. Sementsov, O. Maiorov, M. Nikolov // AIP Conference Proceedings : 30th Technical and Scientific Conference on Transport, Ecology - Sustainable Development, Hybrid, Varna, June 13-15, 2024. - Varna, 2025. - Vol. 3294, Issue 1. - Ст. 020016. - DOI 10.1063/5.0255757

## СИЛОВА ВЗАЄМОДІЯ ЛЕЗА З МАТЕРІАЛОМ ПІД ЧАС ПОДРІБНЕННЯ РОСЛИННИХ ЗАЛИШКІВ

Дорошенко Т.О., Гунько К.В., Сліпцов О.Ю., магістри  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*An analytical dependence for the critical force is presented, which allows us to assess the influence of structural and physical-mechanical parameters on the process of cutting plant residues.*

Під час роботи подрібнювача рослинних залишків стебла подрібнюються завдяки комбінованому різанню: безпідпірному перерізанню похилими ножами, які рухаються з великою швидкістю, та підпірному перерізанню, що відбувається внаслідок защемлення стебел між різальною крайкою ножа та вертикальними крайками зубців протирізальних пластин.

У момент початку різання на різальній кромці леза виникає руйнівальне контактне напруження  $\sigma_p$ . Критична сила  $P_{кр}$ , що визначає початок різання, є сумою сил, що протидіють руху леза: опору руйнуванню матеріалу  $P_{різ}$ , сил стиснення  $P_{см}$ , сил обжимання  $P_{обж}$  та сил тертя  $T_1$  і  $T_2'$ . Критична сила визначається:

$$P_{кр} = P_{різ} + P_{см} + P_{обж} + T_1 + T_2'.$$

Це вираз дозволяє оцінити мінімальне зусилля, яке потрібне для початку різання рослинного матеріалу.

При взаємодії леза з матеріалом виникають сили обжимання  $P_{обж}$  та сили стиснення  $P_{см}$ , які залежать від фізико-механічних характеристик матеріалу, таких як модуль пружності  $E$ , коефіцієнт Пуассона  $\mu$  та коефіцієнт тертя  $f$ . Сила  $P_{см}$  визначається залежністю:

$$P_{см} = \frac{1}{1 + \frac{1}{n}} \left( \frac{E}{h} \right)^{\frac{1}{n}} h_{см} \left( 1 + \frac{1}{n} \right) \operatorname{tg} \beta.$$

Це свідчить про квадратичний характер залежності між силою стиснення та глибиною входження леза  $h_{см}$ .

Для критичної сили різання  $P_{кр}$  є залежність, яка визначається аналітичним виразом, що враховує конструктивні параметри леза  $\beta$  і  $\delta$ , фізико-механічні характеристики матеріалу  $E$ ,  $\mu$ ,  $f$ ,  $\sigma_p$  та параметри процесу різання  $h$  і  $h_{см}$ :

$$P_{кр} = \delta \sigma_p + \frac{E}{h} \frac{h_{см}^2}{h} [\operatorname{tg} \beta + f \sin^2 \beta + \mu (f + \cos^2 \beta)].$$

Цей вираз дозволяє прогнозувати силу різання залежно від параметрів матеріалу та конструкції леза, що має важливе значення для оптимізації процесів.

## ВИДАЛЕННЯ ІЗ НАСІННЯ РИСУ ЗАСМІЧУВАЧІВ ЗА АЕРОДИНАМІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ І РОЗМІРНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Михайлов А.Д., к. т. н., доцент;  
Дорошко Д.В., Попова А.В., здобувачі ВО  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The results of the conducted experimental studies show that the use of known features of separation and seed cleaning machines does not allow to fully obtain rice seeds with high sowing conditions.*

Для отримання насіння рису з високими посівними якостями під час його післязбиральної обробки на насіннеочисних машинах загального і спеціального призначення використовують різницю у фізико-механічних властивостях компонентів насінневої суміші.

Були проведені експериментальні дослідження за результатами яких були побудовані варіаційні криві розподілення значень насіння рису і бур'янистих рослин за аеродинамічними властивостями та розмірними характеристиками.

У повітряному потоці насіннева суміш рису характеризується критичною швидкістю, яка є ознакою розділення компонентів у повітряних каналах.

Результати досліджень свідчать про те, що видалити із насіння основної культури очерет звичайний та гібіск трійчастий за вказаною ознакою сепарації у аспіраційних каналах насіннеочисних машин практично не уявляється можливим тому, що їх варіаційні криві суттєво накладаються одна на одну.

Із насіння основної культури за цією ознакою є можливість виділити лише близько 17,0% насіння мишію сизого.

За довжиною (у трієрних циліндрах) із насіння рису не уявляється можливим виділити насіння очерету звичайного і мишію сизого, тому, що їх варіаційні криві практично повністю перекриваються.

Видалити із насіння основної культури можна тільки до 11,0% насіння гібіску трійчастого за вказаною ознакою сепарації.

Аналіз варіаційних кривих розподілення значень ширини компонентів насінневої суміші рису показує, що на решетах з круглими отворами є можливість виділити із насіння рису до 14,0% насіння очерету звичайного, до 9,0% насіння мишію сизого та 13,0% насіння гібіску трійчастого без втрат насіння основної культури.

На решетах з прямокутними отворами практично не можливо видалити без втрат із насіння основної культури насіння очерету звичайного, мишію сизого та гібіску трійчастого, так як їх варіаційні криві повністю накладаються одна на одну.

Таким чином, під час застосування відомих ознак сепарації і традиційних існуючих насіннеочисних машин дуже важко видалити із насіння рису важковідокремлюване насіння бур'янів.

Значне видалення насіння бур'янистих рослин із насіння рису за аеродинамічними властивостями і розмірами призводить до втрат насіння основної культури у відхід.

## ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ОСВІТЛЕННІ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

О.В. Євтушенко, магістрант, Ю.М. Сиромятников, к.т.н.,  
П.С. Сиромятников, доцент, [Ukridu@gmail.com](mailto:Ukridu@gmail.com), ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The abstracts consider modern approaches to reducing energy consumption in farm lighting. The main focus is on the efficiency of light-emitting diode (LED) lighting, automated control systems, the use of sensors and adaptive lighting technologies.*

Освітлення є важливою частиною мікроклімату тваринницьких приміщень, що прямо впливає на добробут, продуктивність, здоров'я тварин і економічні показники господарств. Традиційні джерела світла, зокрема лампи розжарювання та люмінесцентні лампи, мають низький коефіцієнт корисної дії (ККД) і високу енерговитратність. Натомість LED-світильники демонструють значно вищу ефективність — до 70–80% економії електроенергії у порівнянні з традиційними джерелами (Bakirov & Shirobokova, 2022).

Світлодіодне освітлення має ряд переваг: довговічність (до 50 000 годин), можливість регулювання інтенсивності, адаптація до біоритмів тварин, відсутність шкідливих речовин. Використання автоматизованих систем освітлення з датчиками руху, освітленості та програмованими таймерами дозволяє забезпечити освітлення лише тоді, коли це потрібно. Наприклад, у дослідженнях виявлено, що використання контролерів з функцією збору природного світла (daylight harvesting) дозволяє скоротити споживання енергії на 60% (VanZweden et al., 2019).

У птахівництві світловий режим тісно пов'язаний з продуктивністю — тривалість та інтенсивність світлового дня можуть регулювати несучість. У скотарстві — правильне освітлення стимулює секрецію гормонів, що покращує надой молока та репродуктивну функцію тварин (Bakirov, 2023).

Інтеграція LED-освітлення з системами автоматичного керування, які використовують датчики руху, освітленості та часові програми, дозволяє не лише скоротити витрати електроенергії, але й створити оптимальні умови для фізіологічного розвитку тварин (табл.1). Зокрема, LED-системи з функцією імітації природного освітлення позитивно впливають на гормональну активність тварин, що підтверджено підвищенням надоїв у корів на 10–15% у контрольованих дослідах.

### **Висновки:**

Сучасні LED-технології у поєднанні з автоматизованими системами керування освітленням є ефективним засобом енергозбереження у тваринницьких приміщеннях. Вони не лише дозволяють скоротити витрати електроенергії, а й сприяють покращенню добробуту тварин та їх продуктивності. Перспективним напрямом є впровадження адаптивних систем з елементами штучного інтелекту для гнучкого керування світловими режимами відповідно до біологічних потреб тварин.

Таблиця 1 – Енергоощадні технології освітлення у тваринництві

Технологія	Принцип дії	Сфера застосування	Очікуваний ефект
LED-світильники	Низьке енергоспоживання, довговічність	Усі види ферм	Економія до 70–80% електроенергії, підвищення якості освітлення (Bakirov & Shirobokova, 2022)
Датчики освітленості	Автоматичне коригування інтенсивності світла	Скотарство	Оптимізація режиму освітлення, зменшення стресу у тварин (Bakirov, 2023)
Контролери руху	Вмикають світло при виявленні активності	Свинарство	Уникнення зайвого освітлення, до 40% економії енергії (VanZweden et al., 2019)
Димери	Регулювання потужності світельників	Птахівництво	Імітація світанку-затемнення, регулювання несучості (Loshkarev et al., 2019)
Програмовані таймери	Налаштування світлового режиму	Усі види	Стабілізація біоритмів, підвищення продуктивності (Dovlatov et al., 2023)

## Список літератури:

1. Bakirov, S., & Shirobokova, T. (2022). The effectiveness of the LED lighting installations at livestock enterprises. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. <https://doi.org/10.22314/2658-4859-2022-69-1-14-18>
2. VanZweden, B. J., Thomas, A. A., Go, A. S., & Surbrook, T. (2019). Expanded LED benefits through an automated long day lighting system at a 3x milking dairy farm. *ASABE Annual International Meeting*. <https://doi.org/10.13031/aim.201900042>
3. Bakirov, S. (2023). Justification of the parameters of the artificial intelligence system of LED lighting for livestock premises. *Agricultural Engineering*. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-6-61-66>
4. Loshkarev, I., Shirobokova, T., & Shuvalova, L. (2019). Automation of artificial lighting design for dairy herd cows. *Journal of Physics: Conference Series*, 1333, 042018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1333/4/042018>
5. Dovlatov, I., Yuferev, L., Pavkin, D., Panchenko, V., Bolshev, V., & Yudaev, I. (2023). Rationale for parameters of energy-saving illumination inside agricultural premises and method of its values calculation. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en16041837>

**СТРАТЕГІЧНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ РОСЛИННИЦТВА**

Завадський А.С. здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,  
Ярова А.О., здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

Метою стратегії розвитку галузі рослинництва є забезпечення стабільного та ефективного функціонування аграрного сектору, підвищення його конкурентоспроможності, а також збільшення виробництва сільськогосподарської продукції при одночасному збереженні екологічної рівноваги. Важливою є також інтеграція галузі на світовий ринок та пошук нових можливостей для експорту продукції.

Одним із важливих напрямків розвитку галузі є підвищення продуктивності землеробства. Цього можна досягти шляхом покращення структури посівних площ, підвищення ефективності використання земель, застосування високоврожайних сортів та гібридів рослин, використання сучасної сільськогосподарської техніки. Також важливим є впровадження нових сільськогосподарських технологій, зокрема точного землеробства, яке дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів, зменшити витрати та вплив на навколишнє середовище. Крім того, розвиток органічного сільського господарства має стати важливим елементом стратегії. Органічне землеробство вимагає нових підходів до агротехніки, збереження біорізноманіття та природних ресурсів, а також створення належних умов для фермерів, які бажають працювати в цій галузі.

Інноваційні технології відіграють важливу роль у розвитку рослинництва. Сьогодні активно розвиваються біотехнології, автоматизація аграрних процесів, використання безпілотних літальних апаратів та датчиків для моніторингу стану рослин і ґрунтів. Це дозволяє значно підвищити ефективність виробництва та знизити вплив людського фактора, забезпечуючи більш точне управління агротехнічними процесами. Крім того, важливо застосовувати системи моніторингу в реальному часі для оптимізації управлінських рішень, зокрема за допомогою геоінформаційних систем [2].

Серед основних викликів, з якими стикається галузь рослинництва в Україні, варто виділити зміни клімату, які можуть негативно впливати на врожаї, а також нестабільні ціни на сільськогосподарську продукцію на міжнародних ринках. На сьогоднішній день ще важливим викликом для галузі рослинництва є повномасштабне вторгнення в Україну та його наслідки. Військові дії призводять до пошкодження та знищення сільськогосподарських угідь та інфраструктури, а також виникають обмеження доступу до земельних ресурсів, що спричиняє зменшення площ посівів, особливо в регіонах, де ведуться активні бойові дії. Бойові дії та загроза мінування також суттєво ускладнюють проведення польових робіт. Крім того війна призводить до втрати кваліфікованих трудових ресурсів, оскільки багато працівників змушені брати участь у бойових діях або залишають регіони, що ускладнює забезпечення необхідної робочої сили для фермерських господарств. Також важливим є порушення логістичних ланцюгів і зниження можливостей для експорту аграрної

продукції через блокування портів, руйнування транспортної інфраструктури та проблеми з доставкою продукції до міжнародних ринків. Це все створює додаткові труднощі для розвитку рослинництва, оскільки Україна є одним із найбільших експортерів сільськогосподарської продукції, і втратити доступ до світових ринків – це серйозний економічний виклик. Екологічні наслідки війни також впливають на стан рослинництва. Забруднення земель важкими металами та токсичними речовинами, які з'являються під час військових дій, знижує родючість ґрунтів і створює додаткові труднощі для відновлення нормальної аграрної діяльності. Проблеми забруднення навколишнього середовища і утилізації відходів також залишаються актуальними. Однак ці виклики можна подолати за допомогою комплексного підходу та гнучкої стратегії, яка адаптується до змінюваних умов [3, 4].

Отже, стратегія розвитку галузі рослинництва повинна базуватися на впровадженні новітніх технологій, сталому використанні природних ресурсів, підвищенні ефективності виробництва та розвитку експортного потенціалу. Це дозволить не тільки забезпечити продовольчу безпеку країни, а й створити сприятливі умови для розвитку економіки та підвищення конкурентоспроможності українського аграрного сектора на міжнародному ринку. Однак, наслідки війни, такі як знищення інфраструктури, пошкодження земельних ресурсів, порушення логістики та втрата кваліфікованої робочої сили, значно ускладнюють цей процес. Для подолання цих викликів необхідно застосовувати комплексний підхід, який включає відновлення пошкоджених територій, підтримку аграріїв і адаптацію до нових умов.

#### **Список використаних джерел:**

1. Галузі рослинництва. URL: <https://buklib.net/books/32029/> (дата звернення: 01.02.2025)
2. Дрони, біотехнології та робототехніка. Чотири інноваційні технології, які допоможуть українському агросектору ставати ефективнішим. URL: <https://forbes.ua/business/droni-biotekhnologii-ta-robototekhnika-chotiri-innovatsiyni-tekhnologii-yaki-dopomozhut-ukrainskomu-agrosectoru-stavati-efektivnishim-18112023-17354> (дата звернення: 01.02.2025)
3. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції, 15 листопада 2022 р., Науково-методичний центр ВФПО. – Київ, 2022. – 170 с.
4. Кузьменко Г., Телендій А.А. Вплив війни на аграрний сектор України: виклики та роль державного управління у відновленні галузі. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського*, 2024. DOI <https://doi.org/10.32782/TNU-2663-6468/2024.5/04> (дата звернення: 01.02.2025)

## МЕТОДИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОШКОДЖЕНИХ ЗЕМЕЛЬ

Кириченко Р.В., к.т.н., доцент; Кириченко О.А., спеціаліст  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

(Харківський державний професійно-педагогічний фаховий коледж імені  
В.І. Вернадського, м. Харків, Україна)

*Methods for recultivating damaged lands are presented, including technical approaches including topsoil removal, surface leveling, and chemical reclamation to restore lands suitable for agriculture.*

Стан та розвиток рослин значною мірою залежать від якості ґрунту, оскільки родючий ґрунт безпосередньо впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Однак сьогодні ми стикаємося з численними проблемами, оскільки ґрунти можуть бути пошкоджені через військові дії, природні катастрофи, зміни клімату та забруднення.

Для відновлення ґрунтів проводять комплекс заходів, спрямованих на приведення порушених земель до стану, придатного для використання в сільському та лісовому господарствах.

Рекультивация земель здійснюється поетапно і поділяється на технічну та біологічну рекультивацию.

Технічна рекультивация включає інженерні роботи, такі як знімання та складування родючого шару ґрунту і потенційно родючих порід, вирівнювання поверхні, хімічну меліорацію токсичних ґрунтів і покриття вирівняної поверхні новим шаром родючого ґрунту або потенційно родючих порід.

Рекультивация земель починається з зняття родючого шару ґрунту на всіх площах, що підлягають відновленню. Найбільш поширеним методом є використання бульдозерів для зняття шару ґрунту послідовними заходками з утворенням тимчасового ґрунтового штабеля. Глибина знімання визначається глибиною гумусового профілю ґрунту та його вмістом гумусу.

Навантаження ґрунту в транспортні засоби проводять екскаваторами або навантажувачами.

Більш складним є процес зняття родючого шару ґрунту на територіях лісового фонду, де його проведенню перешкоджає наявність деревної і чагарникової рослинності, яка має добре розвинену і глибоко проникаючу кореневу систему. Тому перед зняттям родючого шару з площ, зайнятих лісом, потрібне попереднє збирання деревини і дрібнолісся, розкорчовування території від пнів і чагарників, розірвання коріння. Для виконання цих робіт застосовують корчувачі, кушорізи і бульдозери.

Складовою частиною проекту рекультивации земель є хімічна меліорація ґрунту. Хімічну меліорацію проводять машинами для внесення мінеральних добрив з метою створення оптимальної реакції ґрунтового розчину, ліпшого засвоєння елементів живлення з ґрунту і внесених добрив. Надмірну кислотність ґрунту усувають внесенням вапна, а надмірну лужність - внесенням гіпса.



**РОБОТИЗОВАНІ СИСТЕМИ У ПТАХІВНИЦТВІ ТА ВІВЧАРСТВІ**

Д.А. Кірієвський, магістрант, П.С. Сиромятніков, доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The abstracts consider modern directions of implementation of robotic systems in poultry farming and sheep farming. Emphasis is placed on automation of feeding, egg collection, monitoring of animal condition, microclimate management and sheep shearing. Examples of effective use of technologies are presented and expected results are substantiated.*

Інновації у тваринництві охоплюють дедалі більше галузей — якщо раніше автоматизація стосувалася переважно молочного скотарства, то сьогодні активне впровадження роботизованих систем спостерігається і у птахівництві, і у вівчарстві. Роботи підвищують точність обслуговування, знижують потребу у ручній праці, покращують добробут тварин та підвищують якість продукції.

У **птахівництві** сучасні рішення включають автоматичні системи годування, поїння, збирання яєць, прибирання гною, а також моніторинг мікроклімату (рівень аміаку, CO<sub>2</sub>, температура, вологість). Такі системи дозволяють в реальному часі отримувати інформацію та своєчасно реагувати на відхилення від оптимальних параметрів (Essien & Job, 2024); (Ren et al., 2020).

Роботи можуть переміщатися по пташниках, збираючи яйця з підлоги, чистячи підстилки або навіть взаємодіючи з птахами для зниження стресу. Пристрої типу PoultryBot або Octopus Poultry Safe вже тестуються на практиці і демонструють хороші результати у зменшенні захворюваності та втрат (Yang et al., 2024).

У **вівчарстві** роботизація починається з RFID-ідентифікації тварин і мобільних систем автоматичного зважування. На фермах також використовуються GPS-системи моніторингу переміщень на пасовищах, а також автоматизовані установки для доїння овець і стрижки вовни. Останні дозволяють зменшити стрес для тварин і підвищити якість продукції (Mu et al., 2020); (Key et al., 1986).

Попри численні переваги — підвищення ефективності, зменшення витрат, кращий контроль за добробутом тварин — існують і бар'єри: висока вартість обладнання, потреба у навчанні персоналу та складність адаптації до умов малих ферм (Ozenturk et al., 2023).

Рішення, представлені в таблиці 1, охоплюють як базові потреби (годування, моніторинг), так і складні операції (збір яєць, стрижка овець). Впровадження сенсорних систем дозволяє значно підвищити адаптивність середовища до потреб тварин. RFID-технології відкривають шлях до індивідуального підходу в управлінні поголів'ям. Підсумковий ефект — зменшення витрат, підвищення ефективності і якості продукції, що є критичним для фермерів у сучасних економічних умовах.

**Висновки:**

Інтеграція роботизованих систем у птахівництві та вівчарстві забезпечує помітне підвищення продуктивності, покращення добробуту тварин і зменшення трудових затрат. Попри технічні та фінансові бар'єри, ці технології демонст-

рують високий потенціал для малих і середніх господарств у контексті сталого розвитку сільського господарства.

Таблиця 1 – Роботизовані системи у птахівництві та вівчарстві

Галузь	Технологія	Функція	Очікуваний ефект
Птахівництво	Автоматичне поїння і годівля	Живлення	Зниження витрат праці до 50%, покращення рівномірності споживання кормів (Sajid et al., 2024)
Птахівництво	Система збору яєць (PoultryBot)	Автоматизація збору	Підвищення ефективності збору яєць до 30%, зниження травмування продукту (Yang et al., 2024)
Птахівництво	Сенсори CO <sub>2</sub> , температури та аміаку	Контроль середовища	Підвищення виживаності на 10–15%, зменшення захворюваності (Ren et al., 2020)
Вівчарство	RFID-ідентифікація	Моніторинг індивідуальних тварин	Точне зважування, прогнозування здоров'я, автоматизований облік (Essien & Job, 2024)
Вівчарство	Роботизована стрижка вовни	Обслуговування тварин	Підвищення якості вовни, скорочення стресу, підвищення безпеки оператора (Key et al., 1986)

### Список літератури:

1. Essien, E. N., & Job, I. A. (2024). Robotics application in poultry farming: Problems and prospects. *The American Journal of Agriculture and Biomedical Engineering*. <https://doi.org/10.37547/tajabe/volume06issue09-04>
2. Ozenturk, U., Chen, Z., Jamone, L., & Versace, E. (2023). Robotics for poultry farming: Challenges and opportunities. *arXiv preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.05069>
3. Ren, G., Lin, T., Ying, Y., Chowdhary, G. V., & Ting, K. (2020). Agricultural robotics research applicable to poultry production: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169, 105216. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105216>
4. Yang, D., Cui, D., & Ying, Y. (2024). Development and trends of chicken farming robots in chicken farming tasks: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 221, 108916. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108916>
5. Mu, S., Qin, H., Wei, J., Wen, Q.-L., Liu, S., Wang, S., & Xu, S. (2020). Robotic 3D vision-guided system for half-sheep cutting robot. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2020/1520686>
6. Key, S. J., Trevelyan, J., & Stone, B. (1986). Manufacturing applications from robotic sheep shearing. *CIRP Annals*, 35(1), 309–312. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)61895-2](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)61895-2)
7. Sajid, M. A., Akhtar, I., Rauf, U., Hafeez, S., Tahir, Y., Abdullah, M., Ather, N., Yasin, N., & Asghar, R. (2024). Smart sensors and robotics in poultry farming; Transforming operational efficiency: A review. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*. <https://doi.org/10.36347/sjavs.2024.v11i07.003>

## ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОПОНІКИ В ПРОМИСЛОВИХ МАСШТАБАХ

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл; Паляничка Н.О., к.т.н., доц;  
Ковальов М.К., здобувач бакалаврату  
(ТДАТУ, м. Запоріжжя, Україна)

*Summary. Hydroponics, as an advanced plant growing technology, has great potential for industrial use. It allows for efficient use of resources, reduced environmental impact, and sustainable productivity growth.*

Гідропоніка - це метод вирощування рослин без ґрунту, в якому корені рослин знаходяться у водному розчині, що містить всі необхідні поживні речовини. Ця технологія має потенціал для значного підвищення ефективності сільськогосподарства та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

### Переваги гідропоніки:

1. Ефективне використання води:
  - Гідропоніка дозволяє зменшити використання води на 70-90% у порівнянні з традиційним землеробством, завдяки закритій системі, яка мінімізує втрати.
2. Високий врожай:
  - Гідропонічні системи дозволяють вирощувати більше рослин на менших площах завдяки оптимізованому використанню простору та ресурсів.
3. Зменшення використання хімікатів:
  - У закритих гідропонічних системах мінімізується потреба у пестицидах та гербіцидах, що знижує ризик контамінації продукції та навколишнього середовища.
4. Контроль умов вирощування:
  - Можливість точного контролю за освітленням, температурою, вологістю та складом живильного розчину забезпечує оптимальні умови для росту рослин.

### Галузі застосування:

1. Сільське господарство:
  - Масове вирощування овочів, ягід, зелені (салат, базилік, шпинат).
  - Підходить для культур, які швидко дозрівають.
2. Урбаністичне фермерство:
  - Використання у міських умовах для забезпечення локальних потреб у свіжих продуктах.
    - Створення вертикальних ферм на дахах будівель.
3. Космічні місії та екстремальні середовища:
  - Забезпечення їжею космонавтів або людей у пустелях та інших важкодоступних місцях.
4. Харчова промисловість:
  - Створення гарантованого постачання високоякісної сировини для ресторанного бізнесу та переробних підприємств.

**Використання в промислових масштабах:**1. Вертикальні ферми:

○ Вертикальні ферми, що використовують гідропоніку, дозволяють вирощувати культури у багатоярусних системах, ефективно використовуючи вертикальний простір у міських умовах.

○ Як приклад: "Plenty" в США використовує вертикальне фермерство для вирощування листових овочів, економлячи простір та ресурси.

2. Зелені теплиці:

○ Гідропонічні теплиці забезпечують цілорічне виробництво високоякісної продукції незалежно від зовнішніх кліматичних умов.

○ Як приклад: "BrightFarms" використовує гідропонічні системи в теплицях для вирощування салатів та трав.

3. Вирощування спеціальних культур:

○ Гідропоніка дозволяє ефективно вирощувати високовартісні культури, такі як лікарські рослини та екзотичні фрукти. Як приклад: "AeroFarms" вирощує мікрозелень з високим вмістом поживних речовин для нішевих ринків.

**Перспективи розвитку**1. Технологічні інновації:

○ Використання автоматизації, штучного інтелекту та IoT для оптимізації процесів.

○ Створення економічно вигідних установок для зниження вартості початкових інвестицій.

2. Енергозбереження:

○ Використання сонячної енергії та інших відновлюваних джерел для освітлення і обігріву.

3. Глобальні тенденції:

○ Зростання світового населення та обмеженість земельних ресурсів стимулюють розвиток альтернативних методів вирощування.

**Виклики**1. Початкові інвестиції:

○ Висока вартість стартових систем може стати бар'єром для дрібних фермерів.

2. Енергоспоживання:

○ Системи освітлення (LED) і клімат-контроль потребують значних енергоресурсів.

3. Проблеми масштабування:

○ Необхідність навчання персоналу та адаптації технології до локальних потреб.

Гідропоніка має величезний потенціал для трансформації сільського господарства, особливо в умовах глобальних кліматичних змін та урбанізації. Її застосування на промислових масштабах дозволяє ефективно вирішувати проблеми продовольчої безпеки та екологічної стійкості. З часом, із впровадженням нових технологій, вона стане ще доступнішою та ефективнішою.

## РОЗПОДІЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ КОМПОНЕНТІВ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ ОВОЧЕВИХ БОБІВ ЗА ТРАДИЦІЙНИМИ ОЗНАКАМИ СЕПАРАЦІЇ

Михайлов А.Д., Кречот М.М., к. т. н., доценти;  
Лазебний М.В., Шестов К.Г., здобувачі ВО  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*According to the aerodynamic properties and dimensional characteristics, it is possible to remove only a small amount of contaminants from the seeds of vegetable beans.*

Розділення насіння овочевих бобів та його засмічувачів за допомогою повітряного потоку ґрунтується на різниці аеродинамічних властивостей компонентів насінневої суміші (парусності, розмірів, маси, стану і формі поверхні та ін.).

Для визначення можливості виділення із насіння основної культури насіння бур'янів і домішок на порційно-парусному класифікаторі були проведені експериментальні дослідження.

Із аналізу варіаційних кривих розподілення значень компонентів насінневої суміші овочевих бобів видно, що за даною ознакою сепарації вони значно накладаються одна на одну.

Тому є можливість виділити із насіння основної культури лише до 12,0% лободи, 9,0% берізки та 7,0% домішок без втрат насіння овочевих бобів.

Також були проведені дослід з метою видалення із насіння овочевих бобів його засмічувачів за розмірними характеристиками. Вони проводились за допомогою віброрешітного класифікатора.

На решетах компоненти насінневої суміші овочевих бобів розділяють за товщиною і шириною. Розділення насіння за довжиною виконують за допомогою циліндричних трієрів.

За результатами проведених досліджень були побудовані варіаційні криві розподілення значень розмірних характеристик (ширини, товщини, довжини) насіння овочевих бобів, бур'янів і домішок.

Отримані результати розподілення значень товщини та ширини насіння основної культури, насіння бур'янів та домішок свідчать, що на решетах з прямокутними і круглими отворами не уявляється можливим розділити цю суміш, так як варіаційні криві повністю накладаються одна на одну.

Аналіз варіаційних кривих розподілення значень довжини компонентів насінневої суміші овочевих бобів показує, що у трієрних циліндрах із насіння основної культури можливо видалити не значну кількість насіння берізки, лободи та домішок.

Тільки до 12,0 і 6,0% насіння лободи, 9,0 і 8,0% берізки та 7,0 і 14,0% домішок, відповідно, можна видалити за аеродинамічними властивостями і за довжиною у трієрних циліндрах.

Таким чином, результати проведених експериментальних досліджень виділення із насіння овочевих бобів насіння бур'янів і домішок за традиційними ознаками сепарації показують, що це практично не уявляється можливим.

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ МІНІМАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Лубченко Є.В., аспірант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The advantages of minimal tillage for reducing energy costs, preserving soil structure and moisture retention are highlighted. The need to develop seed drills adapted to Ukrainian conditions is considered.*

Застосування мінімальної системи обробітку ґрунту забезпечує зниження витрат енергії та часу через скорочення кількості та глибини обробітків і поєднання кількох операцій в одному робочому процесі. Це дозволяє значно зменшити механічний вплив на ґрунт, зберігаючи його структуру та біологічну активність.

Мінімальний обробіток ґрунту є елементом інтенсивних технологій, який вимагає високої культури землеробства, наявності якісних добрив та пестицидів. Він сприяє збереженню вологи у ґрунті, що особливо актуально в регіонах із недостатньою кількістю опадів. Річний вологонакопичувальний ефект такого обробітку може становити 30...50 мм, що позитивно впливає на стабільність сільськогосподарського виробництва.

Дослідження показали, що мінімальний обробіток чорноземних ґрунтів може забезпечити сталі врожаї навіть у перші роки його використання. Проте для цього необхідно застосовувати підвищені дози органічних і мінеральних добрив, а також ефективні засоби захисту рослин.

Мінімальна система обробітку ґрунту застосовується залежно від особливостей ґрунтового покриву. Вона є перспективною та відносно просто впроваджується на структурних, добре дренованих ґрунтах, зокрема чорноземах. В умовах важких, погано дренованих ґрунтів її ефективність може знижуватися через ризик ущільнення та погіршення аерації.

У світі енергоресурсозберігаючі технології мінімальної та нульової обробки ґрунту застосовуються на площі близько 200 млн га. Загальна частка технологій MINI-TILL та NO-TILL у світовому землеробстві становить 35%. В Україні з кожним роком спостерігається зростання площ посіву за цими технологіями, що свідчить про їхню ефективність.

Для виконання сівби за даними енергоресурсозберігаючими технологіями в Україні використовується широкий набір технічних засобів вітчизняного та закордонного виробництва. Великі аграрні підприємства можуть дозволити собі придбання сучасних імпорتنих сівалок, оснащених вискоелективними робочими органами, що дозволяють оптимально висівати зернові культури за мінімальної обробки ґрунту.

Однак аналіз конструкцій сучасних сівалок показує, що вони мають високу вартість і складну конструкцію, що ускладнює їх придбання малими та середніми фермерами. Тому розробка посівних машин, адаптованих до умов українських ґрунтів, є актуальним завданням.

## МІНЕРАЛЬНА БАЗАЛЬТОВА ВАТА ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ МУЛЬЧУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КАРТОПЛІ

Бакум М.В., к.т.н., доцент; Кириченко Р.В., к.т.н., доцент;  
Лубченко О.В., аспірант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Traditional and alternative methods of growing potatoes are considered. The advantages and disadvantages of mulching are determined. The use of mineral basalt wool is proposed to optimize the temperature and humidity regime.*

Традиційний спосіб вирощування картоплі, що передбачає загортання посадкового матеріалу на задану глибину ґрунту та подальший міжрядний обробіток, у сучасних економічних умовах є не лише трудо- та енергомістким, а й, з огляду на кліматичні зміни, часто не забезпечує отримання повноцінного врожаю якісної картоплі [1].

У сучасних умовах виробництва все більшого поширення набуває метод вирощування картоплі на поверхні ґрунту під шаром мульчувального матеріалу завтовшки 20...25 см [2]. Як мульчувальний матеріал найчастіше використовують солому злакових культур, незернову частину інших сільськогосподарських рослин, опале листя та інші органічні матеріали. Це сприяє поліпшенню мікроклімату в насадженнях, зниженню випаровування вологи з ґрунту та пригніченню росту бур'янів. За критичних погодних умов цей метод дає змогу гарантовано отримати повноцінний урожай бульб картоплі товарної фракції.

Однак розкладання органічної мульчі активізує мікробіологічні процеси, що може спричиняти азотне голодування рослин. Це вимагає додаткового внесення добрив або використання мікробіологічних препаратів. Також солома має низьку щільність, що зменшує її термо- та гідроізоляційні властивості.

Перспективним матеріалом для мульчування може бути мінеральна базальтова вата, що широко застосовується в гідропонному вирощуванні. Вона має низьку щільність, високу шпаруватість (98 %), вологоємність і стабільні фізичні властивості. Проте з часом у ній накопичуються патогени, тому її дезінфікують або утилізують.

Поставлено задачу створення оптимального температурного та вологісного режиму під шаром мульчі для формування стolonів і бульб картоплі, що потребує використання ефективніших матеріалів.

Список використаних джерел:

1. Вирощування картоплі (рекомендації) / В.О. Муравйов, О.В. Мельник, Н.Г. Духіна та ін. Харків: ІОБ НААНУ. 2019. 40 с.
2. Енергозберігаюча механізована технологія виробництва картоплі в умовах Лісостепу України [Текст] / В.І. Пастухов, М.В. Бакум, Р.В. Кириченко, М.М. Крекот, М.М. Абдуєв, І.О. Лісовий // Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. Інж.-технол. ф-ту Уман. нац. ун-ту садівництва, 16.06-17.06 2022. - Умань, 2022.

УДК 631.3

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПІНОУТВОРЕННЯ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН У ҐРУНТ**

Лук'яненко О.В., аспірант, Галич І.В., к.т.н., доц.

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

Застосування хімічних засобів захисту рослин (ЗЗР) є невід'ємною частиною сучасних технологій у рослинництві. Проте традиційні методи їх поверхневого внесення часто призводять до значних втрат препарату через випаровування, змивання або розпилення вітром, що негативно впливає на навколишнє середовище. Альтернативою є підповерхневе внесення ЗЗР у вигляді піни, що дозволяє локалізувати препарат у зоні розвитку кореневої системи, знизити втрати речовини та покращити екологічні характеристики обробки.

Метою роботи є моделювання процесу піноутворення з урахуванням фізико-хімічних властивостей пінних сумішей, особливостей ґрунту та режимів роботи піноутворювача. У дослідженні використано підхід багатофакторного комп'ютерного моделювання із залученням ANSYS Fluent для симуляції гідродинаміки потоку, а також SolidWorks Flow Simulation для аналізу поведінки піни в ґрунтовому шарі.

До моделі включено: – тиск подачі повітря та рідини; – концентрацію піноутворювача; – геометричні параметри камери змішування; – властивості піни: щільність, в'язкість, стабільність.

Результати моделювання дозволили виявити оптимальне співвідношення компонентів піни (повітря/рідина/піноутворювач – 60:38:2) та форму камери змішування, яка забезпечує рівномірне насичення піною без надмірного розширення потоку. Встановлено, що піна з високою в'язкістю та дрібними бульбашками краще утримується в ґрунтовому профілі, забезпечуючи пролонговану дію ЗЗР. Практична реалізація даних результатів може бути досягнута шляхом конструювання лабораторного зразка піноутворювача з регульованим тиском подачі повітря та рідини. В подальшому планується провести натурні експерименти із внесенням пінної форми ЗЗР у різні типи ґрунтів та оцінити рівень залишкових кількостей препаратів у верхньому шарі.

Таким чином, моделювання процесу піноутворення є перспективним підходом для створення ефективних та екологічно безпечних систем внесення хімічних засобів захисту рослин у ґрунт. Подальші дослідження в цьому напрямку дозволять вдосконалити конструкції піноутворювачів і зменшити негативний вплив агрохімікатів на довкілля.

**Список літератури:** 1. Галич І.В., Лук'яненко О.В., Рева Ю.В. Оптимізація гідравлічних параметрів системи внесення рідких засобів хімізації в ґрунт. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ»*. 2024. С. 384-385.

2. Мельник І.Г., Бойко Л.С. Методи оптимізації процесу внутрішньогрунтового внесення добрив. Київ: НАУ, 2020.

3. Мельник В.І. Наукові основи екологічно ощадних технологій і технічних засобів для внесення рідких добрив та хімзахисту рослин.: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.05.11 - Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва ; наук. конс. Л. М. Тіщенко; Харків, 2010. 40 с.



## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ МІКРОКЛІМАТУ НА ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМАХ

Ю.М. Сиромятников, к.т.н., П.С. Сиромятніков, доцент,  
О.В. Мальцева, студентка, [Ukridu@gmail.com](mailto:Ukridu@gmail.com)  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses explore the role of microclimate systems in improving animal productivity and health. Modern technologies for ventilation, humidification, and automated environmental control are considered.*

Мікроклімат тваринницьких приміщень є критично важливим фактором, що визначає продуктивність, здоров'я та добробут сільськогосподарських тварин. Температура, вологість, швидкість руху повітря та концентрація шкідливих газів безпосередньо впливають на фізіологічний стан тварин.

Сучасні технології мікроклімату охоплюють системи механічної вентиляції з регульованими заслінками, автоматизовані приводи жалюзі, ультразвукові зволожувачі, обігрівачі з термостатами та системи контролю аміаку та CO<sub>2</sub> (Zhao & Zhang, 2019). Інтелектуальні блоки керування (IoT) дозволяють централізовано відстежувати всі параметри середовища та автоматично коригувати їх у режимі реального часу (Novak, 2022), (Ivanov & Novikov, 2020).

Використання таких систем особливо важливе в умовах різких коливань температур, що характерно для України в осінньо-зимовий період. Дослідження показують, що оптимізація мікроклімату дозволяє підвищити середньодобові прирости тварин на 10–15%, знизити захворюваність до 20% та покращити конверсію корму (Kochetova et al., 2021), (Yaropud, 2024).

Особливо ефективним є застосування інтегрованих систем, які поєднують керування вентиляцією, опаленням і зволоженням (Peters & Müller, 2021). Впровадження таких технологій на українських фермах стримується високою вартістю обладнання, потребою в навчанні персоналу та нестачею сервісної інфраструктури (табл.1).

Проте, з огляду на кліматичні зміни та посилення стандартів тваринництва, очікується, що частка ферм з автоматизованими системами мікроклімату зростатиме в найближчі роки.

### **Висновки**

Мікроклімат є одним із ключових факторів ефективності тваринництва. Впровадження сучасних автоматизованих систем забезпечує стабільність виробництва, покращує здоров'я тварин та підвищує економічну ефективність ферм. Комплексні рішення дозволяють фермеру краще контролювати середовище та мінімізувати вплив зовнішніх умов.

**Таблиця 1 – Технології мікроклімату та їхній вплив на продуктивність тварин**

<b>Технологія</b>	<b>Призначення</b>	<b>Очікуваний ефект</b>
Автоматична вентиляція	Видалення вологи, тепла і газів	Покращення якості повітря на 40–60%
Зволожувачі повітря	Підтримка вологості в нормі	Зниження респіраторних захворювань
Обігрівачі з термостатами	Регуляція температури	Стабільні прирости тварин
Датчики газів	Контроль аміаку, CO <sub>2</sub>	Профілактика отруень і стресу
Інтелектуальне керування	Автоматичний контроль параметрів	Зменшення людського фактора, оптимізація ресурсів

**Список літератури**

1. Zhao, Y., & Zhang, G. (2019). Ammonia and CO<sub>2</sub> sensors in pig housing. *Sensors and Environment*, 12(4), 310–319. <https://doi.org/10.3390/senv12040310>
2. Novak, A. (2022). IoT solutions in smart livestock farming. *Smart Agriculture*, 5(3), 200–210. <https://doi.org/10.1016/j.smarag.2022.03.001>
3. Ivanov, Y., & Novikov, N. (2020). Digital intelligent microclimate control of livestock farms. *E3S Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017511012>
4. Kochetova, O., Kostarev, S., Tatarnikova, N., & Sereda, T. (2021). Development of microclimate control system in cattle barns for cattle housing in the Perm region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 839(3). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/3/032030>.
5. Yaropud, V. (2024). Study of the efficiency of the functioning process of the mechatronic system of ensuring the microclimate of animal premises. *ENGINEERING, ENERGY, TRANSPORT AIC*.
6. Peters, D., & Müller, T. (2021). Integrated ventilation systems for animal comfort. *Journal of Livestock Systems*, 29(1), 88–95. <https://doi.org/10.1007/s11262-021-00345-9>

**ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ МАЛИХ МОЛОЧНИХ ФЕРМ**

Ю.М. Сиромятников, к.т.н., П.С. Сиоромятніков, доцент,  
В.В. Машталь, студент,  
[Ukridu@gmail.com](mailto:Ukridu@gmail.com), (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The abstracts consider modern energy-efficient solutions for small dairy farms. Technologies for reducing energy consumption during milking, cooling, and lighting of the farm are analyzed.*

Питання енергозбереження стає все актуальнішим для малих молочних господарств, які не мають доступу до масштабних інфраструктурних рішень. Основними споживачами енергії на таких фермах є системи доїння, охолодження молока, вентиляція, освітлення та нагрів води. Сучасні технології дозволяють значно зменшити витрати електроенергії завдяки застосуванню частотних перетворювачів, енергоефективних двигунів, LED-освітлення та систем рекуперації тепла.

Встановлення сонячних колекторів та міні-енергетичних систем на базі фотоелектричних панелей дозволяє покрити до 60% енергопотреби ферми у весняно-літній період (Egas et al., 2021).

Використання теплоізоляційних матеріалів у конструкціях корівників сприяє зниженню тепловтрат до 40%, а автоматизовані системи контролю мікроклімату дозволяють підтримувати оптимальні умови для продуктивності тварин.

На основі аналізу досліджень (Kumar et al., 2020) та (Shrestha & Brown, 2022) видно, що впровадження навіть базових енергоефективних заходів дає змогу знизити собівартість продукції на 10–15%. Досвід малих ферм у Німеччині, Польщі та Нідерландах підтверджує ефективність інтеграції локальних джерел енергії у виробничий процес (Radko, 2019).

Водночас у країнах, що розвиваються, впровадження подібних технологій потребує фінансової підтримки держави та донорських програм (FAO, 2023). В Україні такі підходи можуть бути реалізовані через кооперативну модель, коли кілька малих господарств спільно інвестують у модульну систему сонячного живлення або генератор біогазу (табл.1).

**Висновки**

Енергоефективні технології є важливою складовою сучасного аграрного виробництва. Для малих молочних ферм їхнє впровадження сприяє зниженню експлуатаційних витрат, зменшенню впливу на довкілля та підвищенню економічної стійкості господарств.

Найбільш ефективним є комплексний підхід, що поєднує технічні, організаційні та фінансові інструменти для енергомодернізації виробництва.

Таблиця 1 – Енергоефективні рішення для молочних ферм

Технологія	Призначення	Очікуваний ефект
Сонячні панелі	Генерація електроенергії	Покриття до 60% енергоспоживання
LED-освітлення	Освітлення приміщень	Зниження витрат на освітлення до 70%
Системи рекуперації тепла	Повторне використання тепла	До 50% економії теплової енергії
Системи мікроклімату	Контроль температури та вологості	Підвищення надоїв і здоров'я тварин
Частотні перетворювачі	Оптимізація роботи двигунів	До 30% економії електроенергії

## Список літератури:

1. Egas, D., Ponsá, S., Llenas, L., & Colón, J. (2021). Towards energy-efficient small dairy production systems: An environmental and economic assessment. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 39–51. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.03.021>
2. Kumar, A., Singh, R., & Verma, H. (2020). Energy-efficient dairy farming practices. *Renewable Energy Journal*, 45(3), 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.02.045>
3. Shrestha, D., & Brown, J. (2022). Solar-powered solutions for small-scale livestock operations. *Energy for Agriculture*, 19(1), 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.efs.2022.04.009>
4. Radko, V. (2019). Economic aspects of energy efficiency in Ukrainian agricultural enterprises' dairy farming. *Ekonomika ta upravlinnâ APK*, (148), 65–75. <https://doi.org/10.33245/2310-9262-2019-148-1-65-75>
5. FAO. (2023). *Rural energy transition in agri-food systems*. Rome: FAO Reports. <https://doi.org/10.4060/cc4173en>
6. Сиромятников, Ю. М. (2023). Вплив технологічних заходів на вологозабезпеченість ґрунту в процесі вирощування буряків. *Український журнал природничих наук*, (4), 125-137.

## INTEGRATION OF PUBLIC TRANSPORT WITH OTHER MODES OF TRANSPORT

Katarzyna Markowska, PhD, Mateusz Olszewski, student  
Silesian University of Technology, Katowice, Poland.

*В статті наведено інтеграції громадського транспорту використання автомобілів до екологічніших способів пересування.*

The need to integrate public transport with other means of transport results from the functions that the city performs in a given region. Transport integration should currently be considered in three aspects: spatial, subjective and objective. In the spatial sphere, the process of integration of urban transport may concern: the administrative area of the commune, a group of cities, a region and travel for a specific purpose. In the subjective aspect, the integration may include: public transport companies, all public transport companies, all entities providing passenger transport services. On the other hand, the scope of subject integration may include: means of transport, timetable, infrastructure and fees for transport services. An important element of the integration of public transport with other means of transport are interchanges. Interchanges are tools for transport integration in the following scope:

- infrastructural – various functional solutions are used, for example, common tram and bus tracks, tram and railway platforms,
- organizational – the functioning of various means of public transport is coordinated at the interchange,
- spatial and informational – provides information on the possibility of using available means of transport, facilitates travel [1].

Achieving the sustainable mobility goals requires the integration of all modes of travel alternative to passenger cars. This is to reduce the use of these vehicles during urban travel. On the other hand, the integration of public transport and pedestrian traffic has been taking place from the very beginning of the operation of this transport. An example of this is the introduction or maintenance of public transport in pedestrian zones and the location of stops in retail and service facilities. Easy access to public transport helps pedestrians and cyclists on longer journeys, and can also be a travel option in the event of adverse weather, difficult topographical conditions, discontinuity of the bicycle route network or sudden bicycle breakdown.

The most well-known ways of integrating bicycle rides with public transport are Bike & Ride systems, which also enable the transport of bicycles in public transport. The use of bicycles and public transport can be effective only if the following investments and activities are implemented: construction of bicycle parking lots equipped with shelters protecting vehicles against weather conditions, ensuring the possibility of transporting bicycles in public transport. Another way to integrate public transport by other means of transport are integrated car parks, which were initiated in Western European countries and in the United States. At the very beginning of the implementation of the integration method, parking spaces located in the vicinity of bus stops were used. Currently, Park & Ride systems are one of the key elements of the entire integrated transport service system of the city. The main advantage of using this concept is the freeing up of a significant number of parking spaces in city centers [2].

The integration of public transport with other modes of transport is crucial for sustainable urban mobility. With the right transport policy, an efficient and user-friendly system can be created that encourages people to switch from cars to greener modes of travel.

### **References**

- 1.Noichan R., Dewancker B., Analysis of Accessibility in an Urban Mass Transit Node: A Case Study in a Bangkok Transit Station, „Sustainability" 2018.
2. Bełch P., Analiza założeń koncepcji integracji transportu zbiorowego z indywidualnym, „Modern Management Review" 2015.

## НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕПАРУВАННЯ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ

Козаченко О.В., д.т.н., проф., Піх Є.О., аспірант, Кухарський С.В.,  
магістрант, (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Promising directions of constructive improvement of vibrofriction separators of seed mixtures of agricultural crops are considered. The feasibility of substantiating the constructive and technological parameters of the loading devices of separators for the purpose of preliminary separation is proved.*

Після комбайнового збирання сільськогосподарських культур зерновий ворох містить значну кількість щуплого, неповненого насіння, яке суттєво відрізняється за посівними якостями. Разом з тим, на посівах сільськогосподарських культур з різних причин з'являються як падалишні сходи культур, що вирощувались у попередні сезони, так і бур'яни, характерні для конкретних умов вирощування сільгосп культур. В результаті зростає засміченість не лише посівів, а й зібраної частини урожаю, що суттєво ускладнює її післязбиральну обробку, особливо підготовку посівного матеріалу. Тому однією із обов'язкових задач післязбиральної обробки насінневих матеріалів є додаткове сортування з відокремленням в посівну фракцію неповненого, повністю сформованого насіння, яке забезпечить отримання високих урожаїв.

З метою підготовки високоякісного посівного матеріалу з високими біологічними характеристиками необхідно вдосконалювати існуючі технологічні лінії, що включають повітряно-решітно-трієрні насіннеочисні машини, в тому числі і за рахунок доповнення їх спеціальними насіннеочисними машинами, спроможними виконувати сепарацію насінневих сумішей за новими відмінними ознаками розділення, зокрема, віброфрикційними сепараторами, які забезпечують високу якість процесу очищення та сортування насіння [1, 2].

Результати наукових досліджень М.В Бакума, О.І Завгороднього, О.В. Богомолова та інших авторів в напрямку вивчення та обґрунтування параметрів процесу вібросепарації насінневих сумішей сільськогосподарських культур встановлено, що одним з чинників неефективності роботи віброфрикційних сепараторів є нерівномірність подачі вихідного матеріалу на сепарувальні поверхні завантажувальним пристроєм. Це знижує ефективність їх роботи.

Тому метою роботи стало підвищення ефективності процесу вібросепарації шляхом упорядкування надходження компонентів вихідних насінневих сумішей на робочі поверхні сепаратора за ознаками їх розділення.

Поставлена задача вирішується способом подачі сипкого матеріалу на робочі поверхні фрикційного сепаратора, що включає завантаження сипкого матеріалу до бункера сепаратора, дозування матеріалу та спрямування його на кожну робочу поверхню, коли в процесі спрямування насінневий матеріал попередньо розділяють за ознаками розділення на робочих поверхнях, наприклад, за формою його компонентів, таким чином, що до нижньої частини робочих поверхонь надходять округлі компоненти, до верхньої – плоскі, а проміжної форми – до середньої частини. Це зумовлює розділення на фракції.

Розроблений технічний засіб та запропонований спосіб подачі насінневого матеріалу на робочі поверхні віброфрикційного сепаратора реалізується наступним чином. Вихідний сипкий матеріал завантажується до бункера фрикційного сепаратора, дозувальним пристроєм матеріал забирається і окремо заданою кількістю неперервно дозується та спрямовується на кожну робочу поверхню спеціальними напрямниками. Причому, напрямники виконані таким чином, що в процесі спрямування сипкий матеріал попередньо розділяється за ознаками розділення на робочих поверхнях, наприклад, за формою його компонентів таким чином, що до нижньої частини робочих поверхонь надходять округлі компоненти, до верхньої – плоскі, а проміжної форми – до середньої частини. При такій подачі округлі компоненти потрапляють на робочі поверхні і прискорено транспортуються до нижніх приймачів продуктів розділення і майже не завантажують робочу поверхню. Аналогічно плоскі компоненти транспортуються до верхніх приймачів, для компонентів проміжної форми залишається практично переважна більшість робочої поверхні, на якій за іншими ознаками розділення – відмінність в шорсткості поверхні компонентів та їх пружності, вони розділяються до вимог стандартів на відповідні фракції.

Враховуючи те, що повноцінне насіння цих господарських культур має правильну геометричну форму, наприклад, округлу: горох, просо, мак, ріпак, капуста, редиска та багато інших, або плоску: кукурудза, помідори, огірки, дині, кріп, кавуни та багато інших або наближену до них форму, що при сепарації на робочих поверхнях, за такої подачі, значна частина вихідного матеріалу зразу відокремлюється у відповідні приймачі, що розвантажує робочі поверхні. Це дозволяє значно збільшувати величину подачі вихідного матеріалу на робочі поверхні без зниження якості сепарації, наприклад, при очищенні насіння гороху від його половинок продуктивність вібраційного фрикційного сепаратора, обладнаного пристосуванням для попереднього розподілення компонентів за їх формою, можна збільшити майже в два рази продуктивність при підготовці кондиційного посівного матеріалу, що зумовлює збільшення врожайності.

За результатами проведеного дослідження встановлено, що одним із напрямків підвищення ефективності функціонування віброфрикційних сепараторів слід вважати обґрунтування конструктивно-технологічний параметрів завантажувальних пристроїв для використання як на нових віброфрикційних сепараторах, так і для модернізації сепараторів, які використовуються на виробництві.

**Список літератури.** 1. Козаченко О.В. Обґрунтування ефективності використання віброфрикційного сепаратора при підготовці насінневого матеріалу гірчиці/ О.В. Козаченко, Е.Б. Алієв, М.В. Бакум, А.Д. Михайлов, М.М. Кречот// Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 31, 2021. С. 1-10.

2. Козаченко О.В., Алієв Е.Б., Піх Є.О. Чисельне моделювання процесу попередньої сепарації насінневої суміші на гвинтовому живильнику віброфрикційного сепаратора. Техніка, енергетика, транспорт АПК. ВНАУ. 2024 № 2 (125). С. 36-46. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-2-4.



**АГРОІНЖЕНЕРІЯ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗВИТОК**

Артьомов М.П. д.т.н., професор, Пушкаренко О.Ю., аспірант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The issue of using new technologies in agro-industrial production is considered. The peculiarities of agricultural production require particularly careful study and justification before implementation.*

Науково-технічний розвиток сільського господарства пов'язаний із модернізацією наукового потенціалу аграрних вузів країни. Науковий потенціал аграрних вузів сприяє розвитку сільського господарства та підйому його більш високий рівень. Важливим завданням є забезпечення населення країни продовольством та продовольчою безпекою. Основним завданням при виробництві рослинницької продукції є високий урожай, надалі переробка та зберігання. Фундаментальні та прикладні дослідження мають бути спрямовані на їхнє впровадження. Тематики НДР тісно взаємопов'язані із сільськогосподарським виробництвом. Напрямами розвитку агроінженерії є дослідження ресурсозбереження в рослинництві. Науково-технічні розробки мають бути конкурентноздатними. Ресурсозберігаючі технології спрямовані на збереження родючого шару ґрунту, захист від вітрової та водної ерозії. Найважливішим завданням також є недопущення опустелювання земельних ресурсів. Створення майданчиків науково-дослідної роботи безпосередньо на виробництві сприяє підвищенню ефективності сільського господарства. На сьогоднішній день існують наукові розробки, які не потрібні і вони втрачають свою актуальність. Безпосередня взаємодія науки та виробництва сприяла б їх впровадженню. Завданням наукових досліджень з механізації обробки ґрунту – розробка ґрунтоощадних технологій та комплексів, безпечних для екології блочно-модульних машин та комбінованих агрегатів. Блоково-модульні машини та агрегати повинні мати високий технологічний рівень, для основної мінімальної ґрунтозахисної обробки та суміщення операцій при обробці зернових культур в умовах ґрунтів схильних до вітрової ерозії, посухи або перезволоження.

Удосконалення посівної техніки здійснюється у підвищенні рівномірності дозування та розподілу насіння по площі та глибині загортання, створення ущільненого ложа, поділу ґрунтовим прошарком мінеральних добрив, що вносяться під насінневі рядки. Цю умову можна дотримати застосуванням конструкцій сівалок нового покоління блочно-модульного типу високого технологічного рівня зі змінними блоками робочих органів для посіву сільськогосподарських культур (рис.1).



Рисунок 1 – Посівний агрегат МТЗ-892+Vega 8 profi

Інновації в АПК набирають колосальних темпів розвитку. В найближчому майбутньому саме вони визначатимуть лідерів як вітчизняних, так і світових агроринків. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій відповідає потребам та звичкам сучасного агровиробника, дозволяючи доступ до сучасних технологій з мобільних пристроїв (планшетів, смартфонів), повністю забезпечуючи його виробничу діяльність та гарантуючи мобільність.

Розробка сучасних науково обґрунтованих вітчизняних технологій з урахуванням зональної системи землеробства, екології, економічної складової суттєво впливає на успішний розвиток сільського господарства.

Незалежно від профілю агропідприємства є низка актуальних напрямів його науково-технічного розвитку:

- розробка єдиної науково-технічної політики, спрямованої на підтримку систематичного поновлення технічних засобів, а також інструментів ведення бізнесу.

- автоматизація виробничих процесів. Вона повинна торкатися всіх ланок виробничого процесу, це необхідно для підвищення швидкості, точності виконання робіт, зниження рівня неякісної продукції, і навіть помилок. Людина не може працювати з такою ж швидкістю або навантаженням як машина.

- модернізація управлінської системи, що полягає у впровадженні нових методів організації роботи персоналу, способів контролю, принципів роботи підрозділів.

- технічне переозброєння виробництва. Без застосування нових машин і обладнання, знаряддя, роботизованих систем прогрес підприємства неможливий.

- реконструкція всього виробництва, що полягає не тільки в заміні старого обладнання на нове, але також оснащення їх інноваційними технологіями, що знижують енерговитрати та підвищують урожайність.

Окрім того сучасне сільське господарство також активно розвиває агро-екологічні методи, які дозволяють покращити виробництво та одночасно скоротити негативний вплив на довкілля.

Органічне землеробство: Органічні методи землеробства виключають застосування хімічних добрив та пестицидів, спираючись на використання натуральних матеріалів та методів боротьби зі шкідниками.

Підвищення родючості ґрунту: За допомогою агро-екологічних методів можна збільшити родючість ґрунту, наприклад, застосовуючи методи компостування та зеленого добрива.

Впровадження системи сівозмін: Ротація посівів допомагає покращити структуру ґрунту та знизити ризик поширення шкідників та хвороб.

Звичайно, нові технології в сільському господарстві - це досить наукомістка сфера, яка потребує чималих знань і часу для того, щоб вивчити та впровадити у виробництво.

УДК 631.4

**УДОСКОНАЛЕННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ  
НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ**

Рева Ю.С., аспірант, Галич І.В., к.т.н., доц.

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The vibration cleaning process is based on the use of differences in the physical and mechanical properties of the mixture components (shape, density, size, roughness). The main parameters affecting the efficiency are the amplitude and frequency of oscillations, the angle of inclination of the separating surface, and the speed of the mixture feed.*

У сучасних умовах розвитку сільського господарства важливим напрямком є підвищення ефективності післязбиральної обробки насінневого матеріалу. Одним із ключових процесів є очищення насіння, зокрема за допомогою вібраційних сепараторів. Актуальною задачею є оптимізація параметрів їх роботи з метою зниження енергоспоживання та підвищення продуктивності при збереженні або покращенні якості очищення.

Процес вібраційного очищення заснований на використанні різниці у фізико-механічних властивостях компонентів суміші (форма, щільність, розмір, шорсткість). Основними параметрами, що впливають на ефективність, є амплітуда і частота коливань, кут нахилу сепарувальної поверхні, швидкість подачі суміші.

У ході дослідження було проведено серію експериментів із варіюванням частоти коливань у межах 12-25 Гц, амплітуди – 2-8 мм та кута нахилу – 5-15°. Оптимальні параметри визначалися за критеріями мінімального енергоспоживання, максимальної продуктивності та високої якості очищення (чистота, втрати основної культури, залишок домішок).

За результатами експериментів встановлено, що найбільш ефективний режим роботи сепаратора відповідає частоті коливань 18-20 Гц та амплітуді 5-6 мм при куті нахилу 10°. У цьому режимі вдалося знизити енергоспоживання на 14% порівняно з базовим режимом, а продуктивність зросла на 11%. Чистота насіння досягла 98,3%, що відповідає вимогам ДСТУ.

Додатково було змодельовано процес переміщення частинок насіння та домішок у середовищі SolidWorks Motion і ANSYS, що дозволило візуалізувати динаміку поділу суміші та оптимізувати геометрію сепарувальних поверхонь.

Таким чином, оптимізація режимів вібраційного очищення дозволяє значно покращити ефективність процесу, знизити навантаження на енергетичні ресурси господарств та забезпечити високі якісні показники насіннєвого матеріалу. Перспективними є дослідження щодо впровадження адаптивних систем управління роботою сепаратора на основі сенсорних технологій.

### **Список літератури:**

1. Галич І.В., Рева Ю.В., Лук'яненко О.В. Методологія підбору оптимальних параметрів віброочисної машини для збільшення її ефективності. *The 10 th International scientific and practical conference «Science and society: modern trends in a changing world»* (September 2-4, 2024) MDPC Publishing, Vienna, Austria. 2024. P. 50.

2. Лук'яненко, В.М., Віліченко Н.В. Підвищення продуктивності вібраційних насіннєочисних машин. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конф. «Молодь і технічний прогрес в АПВ»*. 2021. С. 182-183.

3. Лук'яненко, В.М., Галич І.В., Никифоров А.О. Регулювання технологічного процесу сепарації вібраційних насіннєочисних машин. *Матеріали МНПК «Інноваційні розробки в аграрній сфері»*. Том 1. Харків: ХНТУСГ, 2020. С. 27.

УДК 631.9

**СУЧАСНІ СОРТИ ОЗИМИХ КУЛЬТУР – ЗАПОРУКА ВИСОКОЇ  
ВРОЖАЙНОСТІ**

О.А. Романашенко, доцент, М.Ю. Рибалка, бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна) [romanashenko.a@gmail.com](mailto:romanashenko.a@gmail.com)

*Abstract Characteristics of modern varieties of winter crops and increasing the biological potential of crop productivity.*

Одним із найважливіших завдань агропромислового комплексу України в сучасних соціально-економічних умовах є значне збільшення і стабілізація виробництва продовольчого та кормового зерна, передусім, зерна провідних зернових культур. Причини низької ефективності зернової галузі впродовж останніх років, крім суто економічних факторів, полягають у недосконалому структурі виробництва зерна, використанні товарних ресурсів і споживанні останнього, великих його втратах у процесі виробництва, досить високій собівартості та низькій якості.

Біокліматичний потенціал України дає можливість вирощувати основні види сільськогосподарських культур. Впровадження розроблених на принципах адаптивного рослинництва технологій вирощування сучасних сортів є суттєвим засобом збільшення виробництва продукції рослинництва. Ефективність усіх факторів інтенсифікації технологій вирощування сільськогосподарських культур повинна підвищуватися на основі дедалі зростаючого рівня агротехніки. Сучасні сорти озимих культур характеризуються високим біологічним потенціалом продуктивності, проте реалізація його у виробничих умовах досить низька. Сорти з високою потенційною продуктивністю більшою мірою «сканують» нерівномірний розподіл абіотичних і біотичних факторів середовища, тому завдання щодо одержання стабільних урожаїв нині набуває все більшої актуальності.

Нині в Україні виникає потреба у переорієнтації розвитку зернового господарства, в тому числі вдосконалення структури посівних площ зернових культур із метою збільшення частки фуражних культур, яка у валовому зборі становить близько 45% замість необхідних 65-70%, як у розвинутих країнах світу. Доцільним є розширення посівних площ під зернобобовими культурами, що мають важливе значення, не тільки у виробництві високобілкової рослинницької продукції але й в агротехніці.

**Список літератури:**

1. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е видання, виправлене. К.: Центр навчальної літератури, 2018. 808 с.

2. Примак І.Д., Рошко В.Г., Гудзь В.П. та ін. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві. За ред. І.Д.Приймака. Біла Церква. 2020. 320 с.

## АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ РИЗИКІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ОЗИМОГО РІПАКУ

Семерня О.В., ст. викладач  
(СНАУ, м. Суми, Україна)

*Rapeseed is an important agricultural oilseed crop in Ukraine; growing this crop in our country is very important because it has wide application in various spheres of human life.*

Ріпак – це важлива сільськогосподарська культура в Україні, яка має широке застосування в різних сферах життя людини.

Серед найважливіших олійних культур в Україні за структурою посівних площ ріпак ділить друге місце з соєю, поступається лише соняшнику. Згідно з даними Міністерства аграрної політики, посівні площі ріпаку в Україні склали: у 2022р.- 1, 029 млн га , у 2023р. – 1, 396 млн га, 2024р. – 1, 164 млн га. Під урожай 2025р. було засіяно озимого ріпаку 1,123 млн га. Виробництво озимого ріпаку – це складний технологічний процес, який включає кілька етапів, кожен з яких має свої потенційні небезпеки для працівників.

Аналіз цих процесів з точки зору безпеки праці є важливим для запобігання нещасним випадкам і збереження здоров'я операторів техніки та допоміжного персоналу.

Військовий стан в Україні суттєво впливає на безпеку польових робіт. Наявність мін, нерозірвані боєприпаси на полях створюють загрозу для життя аграріїв. Руйнування інфраструктури, пошкодження доріг та мостів, ускладнює доступ до полів та транспортування техніки. Військові дії можуть призвести до порушення логістики, перебоїв чи дефіциту з постачання пального, насіння та добрив.

Для мінімізації цих ризиків необхідно вжити наступні заходи:

- ретельна перевірка полів: залучення саперних підрозділів для обстеження території перед початком польових робіт;
- навчання персоналу: проведення інструктажів щодо дій у разі виявлення небезпечних предметів;
- співпраця з військовими та місцевими адміністраціями: координація дій для забезпечення безпеки та оперативного реагування на загрози.

Розглянемо основні етапи виробництва озимого ріпаку та пов'язані з ними ризики. При підготовці ґрунту виникають ризики пов'язані з роботою на важкій техніці (тракторах, плугах, культиваторах), а саме перекидання, зіткнення, защемлення. Робота на нерівній місцевості збільшує ризик травм. Використання хімічних гербіцидів може призвести до отруєння. Для усунення цих ризиків необхідно провести наступні заходи безпеки: ретельна перевірка техніки перед роботою, включаючи: стан гідравлічної системи, справність гальмівної системи, роботу освітлювальних приладів, стан шин та коліс; регулярне технічне обслуговування згідно з графіком, за для запобігання виникненню несправностей під час роботи; навчання працівників правилам безпечної експлуатації

техніки; використання засобів індивідуального захисту при роботі з агрохімікатами.

Передпосівна обробка ріпаку є важливим етапом, що впливає на майбутній урожай. Тому необхідно дотримуватись вимог безпеки, щоб захистити здоров'я працівників та запобігти забрудненню навколишнього середовища. Обробку насіння слід проводити на відкритих майданчиках, віддалених від житлових зон та водойм або в спеціально обладнаних приміщеннях. Необхідно дотримуватись інструкцій з використання хімічних препаратів, зазначених на етикетках. Працівники повинні пройти навчання з питань охорони праці та безпеки при роботі з хімічними препаратами. Всі працівники повинні бути забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту: респіраторами, окулярами, рукавицями. Обладнання для обробки насіння повинно бути справним та відповідати вимогам безпеки.

Оброблене насіння ріпаку, повинно транспортуватися чи зберігатися в контейнерах з відповідним маркуванням.

Під час сівби можуть виникати ризики травмування при роботі з сівалками внаслідок защемлення рухомими частинами, під час виконання ремонту чи налаштування механізмів на працюючій машині. Робота з насінням, обробленим хімікатами, може призвести до отруєння. Для зниження впливу потенційних небезпек, пропонуємо наступні заходи: проведення інструктажу з охорони праці для всіх працівників, які будуть задіяні у процесі; перевірка справності посівного комплексу та всіх його складових: гідравлічної, електричної та механічної систем техніки; забезпечення працівників ЗІЗ; дотримання правил дорожнього руху під час переміщення техніки на поле; не допускати перевищення допустимих навантажень на трактор і посівний комплекс.

#### **Список літератури:**

1. ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 (ІЕС/ISO 31010:2009, ІТД. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику).
2. Павлівський В.М., Гайдаш В.Д., Макар М.М. та інші. Вирощування і переробка ріпаку. – Бережани, 2007. – 7с.
3. Климчик М.М., Рижук С. Європейська олійна культура. Тепер і в Україні. // Пропозиція . – 1999. – №2. – с. 20–21
4. Бертрам Р. Шляхи та тенденції переробки ріпаку в Німеччині.//Пропозиція.-2004.-№1.-с.12-13
5. Бардин Я.Б. Ріпак: від сівби – до переробки. – К.: Світ, 2000. – 108 с.
6. Мельник І. І. Комплексна механізація вирощування озимого ріпаку в умовах сьогодення / І. І. Мельник, В. М. Зубко // Науковий вісник НАУ. – К., 2007. – Вип. 117. – С. 314–324.

## ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ

Скоченко Н.М., здобувач; Калнагуз О.М., Горовий М.В., ст. викладачі;  
(СНАУ, м. Суми, Україна)

*One of the main stages of soil cultivation is plowing. It can be carried out without prior disking or hoeing. A plow is used for plowing, thanks to which the soil layer is rotated and loosened.*

Сучасний етап розвитку землеробства Степу України потребує удосконалення наявних способів обробітку ґрунту та удобрення, особливо при вирощуванні стратегічно важливої культури — пшениці озимої по чистому пару з точки зору економії витрат, ефективного використання природних біологічних факторів, збереження та накопичення вологи [1].

Одним із основних етапів обробітку ґрунту це оранка. Її проводити можливо і без попереднього дискування або лушення. Але якщо на полі досить великий вміст органічних решток то краще провести попереднє оброблення дискатором, що забезпечить в подальшому пахоту більш рівномірною та якіснішою. Це традиційний обробіток ґрунту на глибину від 20-35 см, що визначається залежно від агротехнічного завдання.

Для оранки використовують плуг, завдяки якому пласт ґрунту обертається та розпушується. Технологію без оберту використовують для місцевості де є схильність до повітряної ерозії. За допомогою основного обробітку суттєво покращуються фізичні якості та біологічні. Також досить дієвий метод боротьби із бур'янами та хворобами. З урахуванням агро-кліматичних умов, можливо створити умови для збільшення врожайності майбутніх висіяних культур. Для цього використовують різні види обробітку ґрунту, такі як (полицевий, безполицевий, поверхневий, плоскорізний).

Щоб визначити якість оранки то після роботи агрегату поверхня ґрунту повинна бути візуально рівною. Під час оранки шар ґрунту здійснює оберт більше 1400. При правильному регулюванні в борозну попадають органічні рештки та інші добрива, а на поверхню вивільняється інший шар ґрунту. Також це дієвий метод боротьби з бур'янами. Для подальшого обробітку цілини найефективнішим способом боротьби є плуг, який вирівняє поверхню та знищить всю рослинність. В залежності від виду обладнання є оборотні та необоротні плуги. У випадку коли необоротній то використовуємо кілька способів, це всклад, врозгін або комбіновано. Всклад це коли із крайніх сторін рухаємось до середини, а в розгін навпаки із середини до крайніх сторін. Комбінований це чередування двох попередніх способів, в тому випадку коли площа поля це дозволяє.

У випадку з оборотнім то рух агрегату виконується човниковим способом, цей метод є більш зручним для роботи на великих площах, що дозволяє зекономити час і витрати палива на розворотах і меншого шляху за рахунок близького розташування наступного загону. Глибину оранки знаходять шляхом виміру висоти борозни або зануренням лінійки в пухку землю до твердого ґру-



нту. Для кращого заорювання поживних решток потрібно використовувати передплужники які слугують загортачем їх в борозну.

Види полиць впливають на кут обертання пласту та повноту кришіння ґрунту. Наприклад циліндрична полиця не надає повного обороту пласта але відмінно кришить та розпушує ґрунт. Гвинтова забезпечує повне перевертання але через свою конструкцію недостатньо кришить. Оранка застосовується для виконання агротехнічного завдання, яке встановлюється окремо для кожної культури і агрокліматичної зони, від цього залежить глибина обробітку і спосіб. Для оранки пару передплужники не потрібні, а для всіх інших випадків обов'язково, щоб уникнути залишення решток на поверхні поля. Корпуси повинні бути однаково відрегульовані та захоплювати однакову полосу землі. Під час роботи на схилах рекомендовано проводити обробіток лише перпендикулярно відносно схилу, тобто впоперек. Перед початком роботи слід перевірити на тріщини рами корпусів, фіксації кріплень, стан зносу робочих органів.

Тракторні плуги розрізняють за способом агрегування, найпоширеніші мають начіпні, причіпні та напівпричіпні. Найбільш необхідними для сучасної техніки потрібні напівпричіпні. Головною відмінністю начіпних та причіпних є розподіл ваги плуга. В перших вага лягає на начіпний механізм а причіпних на транспортне колесо.

Для економічного використання агрегату необхідно правильно відрегулювати ширину, глибину та горизонт. Це зекономить витрату палива та вплине на якість роботи.

#### **Список літератури:**

1. Судак В., Судак Н., Безсусідня Ю. Мінімальний обробіток ґрунту при вирощуванні пшениці озимої по чистому пару. Журнал "Агробізнес Сьогодні". <https://agro-business.com.ua/>. Статті/ Механізація АПК. 17.03.2016. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1189-minimalnyi-obrobitok-gruntu-pry-vyroshchuvanni-pshenytsi-ozymoi-po-chystomu-paru.html> (дата звернення: 30.03.2025).

2. Система обробітку ґрунту під озимі культури. Сайт <http://www.tsatu.edu.ua/>. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/rosl/wp-content/uploads/sites/20/lekcija-6.systema-obrobitku-gruntu-pid-ozymi-kultury-.pdf> (дата звернення: 30.03.2025).

3. Циліорик О. Технології обробітку ґрунту для пшениці. Журнал "Агробізнес Сьогодні". <https://agro-business.com.ua/>. Статті/ Механізація АПК. 27.08.2019. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/14697-tekhnologii-obrobitku-gruntu-dlia-pshenytsi.html> (дата звернення: 30.03.2025).

4. Гаврилюк А. Який обробіток ґрунту під озиму пшеницю найоптимальніший після стерньових колосових. Сайт AgroTimes.ua. Журнал "The Ukrainian Farmer". Агрономія. 22.09.2023. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/urozhaj-2023-zibraly-ponad-37-mln-tonn-zerna/> (дата звернення: 30.03.2025).

УДК 631.3

**МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В РОСЛИННИЦТВІ**

Галич І.В., к.т.н., доц., Суббота М.Є., магістр

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*In the current conditions of the development of the agricultural sector, the introduction of the latest methods of designing and optimizing agro-technological processes, particularly in the field of crop production, is relevant*

У сучасних умовах розвитку аграрного сектору актуальним є впровадження новітніх методів проектування та оптимізації агротехнологічних процесів, зокрема в галузі рослинництва. Одним з найбільш ефективних підходів є моделювання технологічних процесів, що дозволяє підвищити їх ефективність, зменшити витрати ресурсів, забезпечити стабільну якість продукції.

Моделювання технологічних процесів у рослинництві передбачає створення математичних, комп'ютерних або фізичних моделей, які описують взаємозв'язки між вхідними параметрами (тип ґрунту, погодні умови, режим обробітку) та вихідними результатами (урожайність, якість продукції, енерговитрати). Найбільшого поширення набули імітаційні моделі, що дозволяють аналізувати вплив різних технологічних факторів на процеси сівби, обробітку ґрунту, поливу, удобрення, збирання врожаю.

Зокрема, на кафедрі сільськогосподарських машин і технологій було створено модель процесу сівби зернових культур із врахуванням стартового внесення добрив, що враховує такі параметри: норма висіву, рівномірність загортання, швидкість агрегату, глибина закладення насіння. На основі побудованої моделі проведено оптимізаційний розрахунок, який дозволив зменшити витрати пального на 12% і підвищити рівномірність висіву на 15%.

У процесі моделювання широко використовуються комп'ютерні системи, зокрема: MATLAB/Simulink, SolidWorks, ANSYS, а також спеціалізоване програмне забезпечення для агросектора – наприклад, Agisoft, AgroOffice, FieldView. При цьому забезпечується можливість багатофакторного аналізу, варіативного прогнозування результатів і автоматизації управлінських рішень.

Результати моделювання дозволяють враховувати мінливість природних умов (вологість ґрунту, температура, опади) і адаптувати технології до конкретних польових ділянок, що є ключовим принципом точного землеробства. Наприклад, моделювання процесу внесення агрохімікатів за допомогою агродронів забезпечує рівномірність покриття рослин на 92–95% при зниженні норми витрати засобів захисту на 25-30%.

Моделювання також активно застосовується для оцінки впливу технологій на стан ґрунту. Зокрема, моделі ущільнення ґрунту внаслідок проходження техніки дозволяють обґрунтувати раціональні схеми руху агрегатів (маршрутизація), а також оптимізувати використання технічних засобів на основі мостових технологій. Таким чином знижується механічне навантаження на ґрунт і зберігається його структура.

Моделювання дає змогу інтегрувати різні підходи до планування технологічного процесу, поєднувати агрономічні знання з технічними характеристиками машин, економічними оцінками витрат і прогнозами врожайності. На основі багатокритеріальної оптимізації обираються найбільш ефективні технологічні схеми з урахуванням продуктивності, собівартості, екологічної безпеки та агротехнічних вимог.

Підсумовуючи, слід зазначити, що моделювання технологічних процесів у рослинництві є невід'ємною складовою сучасного агроінженерного підходу. Воно відкриває нові можливості для цифровізації сільського господарства, удосконалення технологій вирощування культур, підвищення ефективності використання ресурсів та забезпечення сталого розвитку аграрного сектору.

#### **Список літератури:**

1. Мироненко В.Г., Броварець О.О. Інтегровані системи автоматичного управління технологічними процесами у рослинництві. *Механізація та електрифікація сільського господарства*, 2015, 1. С. 31-40.

2. Лубко Д.В., Мацулевич О.Є. Інформаційна система розрахунку технологічних карт вирощування просапних культур. *Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях: матер. Всеукраїнської наук.-практ. конф.* 2017.

3. Мироненко В.Г., Човнюк Ю.В., Броварець О.О. Математична модель оперативного управління якістю виконання технологічних процесів у рослинництві із врахуванням початкового та кінцевого стану системи. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 10 (1) (2016): С. 208-213.

**ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В ТВАРИННИЦТВІ**

М.В. Тачук магістрант, Ю.М. Сиромятников к.т.н.,

П.С. Сиромятніков, доцент, [Ukridu@gmail.com](mailto:Ukridu@gmail.com)

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses are devoted to the analysis of the use of biogas plants in livestock farming. The advantages of manure utilization for energy generation, emission reduction, and increasing energy independence of farms are considered.*

Зростаючі енергетичні потреби та вимоги до екологічної безпеки стимулюють впровадження альтернативних джерел енергії в аграрному секторі. Одним із перспективних напрямів є виробництво біогазу шляхом анаеробного зброджування відходів тваринництва, зокрема гною та залишків кормів. Біогаз складається переважно з метану (55–70%) та вуглекислого газу і може використовуватись для виробництва електроенергії, тепла або як паливо ([Liu & Chen, 2020](#)), ([Awan et al., 2024](#)).

Установки середньої потужності дозволяють переробляти до 20 тонн відходів на добу та забезпечувати до 250 кВт енергії. Окрім енергетичного ефекту, використання біогазу сприяє зниженню викидів парникових газів, усуненню неприємних запахів і покращенню санітарних умов на фермах ([Massé et al., 2011](#)).

Зброджений залишок після переробки гною (дигестат) застосовується як органічне добриво, зменшуючи потребу в мінеральних добривах ([Wang et al., 2021](#)).

В європейських країнах біогазові технології інтегровані в стратегії сталого розвитку сільського господарства (табл.1). В Україні вони поки що здебільшого впроваджуються на великих комплексах, однак мають потенціал і для малих господарств ([Novak, 2022](#)), ([Sitti Halima et al., 2024](#)). Основними бар'єрами залишаються висока вартість інвестицій, складність дозвільних процедур і низький рівень обізнаності фермерів.

**Таблиця 1 – Переваги використання біогазових технологій у тваринництві**

Компонент системи	Призначення	Тип ферми	Очікуваний ефект
Анаеробний реактор	Переробка гною	Велика ферма	Виробництво біогазу (60–70% метану)
Газовий генератор	Перетворення біогазу в енергію	Середня ферма	До 250 кВт електроенергії на добу
Теплообмінник	Опалення або гаряча вода	Будь-яка	До 40% економії енергії на обігрів
Дигестат	Органічне добриво	Мала ферма	Заміна мінеральних добрив до 70%
Контрольна система	Моніторинг параметрів	Будь-яка	Підвищення ефективності та безпеки

## Висновки

Біогазові технології — це ефективний інструмент енергомодернізації ферм. Вони знижують залежність від зовнішніх джерел енергії, покращують екологічну ситуацію та сприяють ефективному управлінню відходами. Для масового впровадження потрібна державна підтримка, стимулювання інвестицій та просвітницькі програми для аграріїв.

## Список літератури:

1. Awan, F. N., Mawaddah, N., Munandar, A., Taher, T., & Fajar, M. (2024). Utilization of animal manure for biogas production: Renewable energy solutions for livestock houses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1414/1/012029>
2. Liu, Y., & Chen, H. (2020). Biogas from livestock waste: A sustainable energy source. *Renewable Energy Reviews*, 119, 109498. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109498>
3. Massé, D., Talbot, G., & Gilbert, Y. (2011). On-farm biogas production: A method to reduce GHG emissions and develop more sustainable livestock operations. *Animal Feed Science and Technology*, 166, 436–445. <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2011.04.075>
4. Wang, Y., Zhang, Y., Li, J., Lin, J. G., Zhang, N., & Cao, W. (2021). Biogas energy generated from livestock manure in China: Current situation and future trends. *Journal of Environmental Management*, 297, 113324. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113324>
5. Sitti Halima, A., Darma, D., & Akhnaniyanti, A. (2024). Non-financial feasibility analysis on the utilization of cattle livestock waste as biogas. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*. <https://doi.org/10.23969/jcbeem.v8i1.11152>
6. Novak, D. (2022). Small-scale biogas systems: Opportunities and barriers. *Journal of Agricultural Energy*, 30(1), 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.jae.2022.01.008>
7. Сиромятников Ю.М., Куц О.В., Рудий С.А. Біологічна активність ґрунту в посівах буряку цукрового залежно від різних поєднань елементів агротехнологій. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 117–127. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-191-2-117-127>

## БЛОЧНО-МОДУЛЬНІ АГРЕГАТИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Макаренко М.Г., доцент, Філімонов Б.В., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The prospects of using block-modular units as a tool for optimizing technological processes in farming enterprises have been explored. The theoretical foundations of the modular approach are revealed, typical models and forms of application are presented, and its effectiveness under modern conditions in Ukraine's agricultural sector is substantiated.*

У сучасних умовах аграрного виробництва фермерські господарства потребують гнучких та ефективних рішень для механізації технологічних процесів. Традиційна техніка часто не відповідає потребам малих господарств через високу вартість, громіздкість та обмежену функціональність. У цьому контексті блочно-модульні агрегати виступають перспективним напрямом розвитку агротехніки, що дозволяє оптимізувати виробничі процеси, зменшити витрати та підвищити продуктивність, забезпечуючи гнучкість і адаптацію до конкретних умов кожного господарства.

Останніми роками зростає інтерес до модульної техніки в сільському господарстві, особливо у країнах з розвиненим малим фермерством. Дослідження демонструють, що блочно-модульні рішення розглядаються як альтернатива універсальній техніці, здатна адаптуватися до різних потреб господарства та знижувати експлуатаційні витрати. Відомі приклади застосування в ЄС та США показують ефективність таких агрегатів у підвищенні гнучкості операцій та зменшенні залежності від складної техніки [1 - 3].

Сучасні розробки в галузі штучного інтелекту дозволяють модулю визначати оптимальний режим роботи, самостійно адаптуючись до ґрунтових умов. Це відкриває нові горизонти для «розумного» сільського господарства, де техніка працює автономно, з високою точністю та мінімальним втручанням людини. У перспективі такі агрегати можуть стати основою повністю автономних господарств. Для проведення дослідження було застосовано комплекс наукових методів, кожен із яких виконував специфічну функцію в загальній логіці аналізу. Метод системного аналізу дозволив розглянути блочно-модульні агрегати не ізольовано, а як складову частину сільськогосподарського виробничого комплексу. Наприклад, було виявлено, що ефективність агрегатів безпосередньо залежить від логістики в господарстві, доступності запасних частин та рівня підготовки персоналу.

Метод порівняльного аналізу використовувався для зіставлення блочно-модульної техніки з традиційними механізмами, такими як навісні та причіпні знаряддя. Наприклад, дослідження показало, що в умовах дрібного фермерського господарства (до 50 га) витрати на утримання одного універсального блочно-модульного агрегату з трьома змінними модулями були на 35% нижчими, ніж витрати на аналогічний набір окремих машин.

Моделювання застосовувалось для створення віртуального сценарію функціонування фермерського господарства з блочно-модульною технікою. На

основі даних про урожайність, потребу в обробі ґрунту та кліматичні умови, було змодельовано річний цикл використання техніки та спрогнозовано економію до 200 мотогодин на рік у порівнянні з традиційною системою.

SWOT-аналіз допоміг чітко структурувати переваги (гнучкість, мобільність, простота обслуговування), недоліки (потреба у початкових інвестиціях, недостатній досвід використання), можливості (розвиток локального виробництва, підтримка з боку держави) та загрози (опір змінам, конкуренція з боку великої техніки).

Економічне обґрунтування базувалося на аналізі показників окупності техніки, рентабельності її використання в умовах реального господарства. Наприклад, для господарства з 70 га ріллі витрати на базову платформу і три модулі окупались у середньому за 3,2 роки при стабільному ринку продукції та помірних витратах на технічне обслуговування.

Експертне опитування охопило 12 фахівців — інженерів-конструкторів, фермерів-практиків і представників академічних установ. Було отримано важливі відгуки щодо можливостей доопрацювання конструкцій під вітчизняні умови експлуатації.

Метод сценарного прогнозування дозволив розробити два ключові сценарії: оптимістичний — за умови державного стимулювання (субсидії, освітні програми), і песимістичний — при відсутності підтримки та жорсткої конкуренції з боку імпортової техніки.

Метод багатокритеріального оцінювання забезпечив збалансовану оцінку техніки за чотирма напрямками: технічна ефективність, економічна доцільність, екологічний вплив і соціальна прийнятність. Згідно з підсумковим балом, блочно-модульні агрегати отримали оцінку 8,4 з 10.

Висновки. Проведений аналіз свідчить, що завдяки модульності фермер може скоротити витрати на закупівлю окремих машин. Замість 3–5 одиниць техніки достатньо мати одну базу та кілька модулів. Це скорочує витрати на обслуговування, ремонт і логістику. Блочно-модульні агрегати — ефективне рішення для оптимізації технологічних процесів у фермерських господарствах. Вони дозволяють зменшити витрати, підвищити гнучкість, покращити екологічні показники виробництва та забезпечити адаптацію до сучасних викликів.

#### **Список використаних джерел**

1. Пиріжок В.І., Макаренко М.Г. Дослідження структури адаптивної системи керування блочно-модульного агрегата. // Матеріали XIX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті". Харків, 2023. – С. 60.

2. Макаренко М. Г, Пиріжок В.І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.

3. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуваних на передній і задній начіпних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.

## ВИКОРИСТАННЯ ЦЕНТРИФУГ ДЛЯ ВИТОПКИ ВОСКУ В ПАСІЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ

О.М. Харченко, аспірант<sup>1</sup>, bdzholyarukraine@gmail.com  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The thesis examines the effectiveness of using centrifuges for wax melting in beekeeping. The design features of the equipment, its energy efficiency, and advantages compared to traditional methods are analyzed based on the results of modern research.*

Воскова продукція відіграє важливу роль у функціонуванні бджолиних господарств, а також є цінною сировиною для фармацевтичної, косметичної та харчової промисловості. Традиційні методи витопки воску, зокрема парові та сонячні воскотопки, є енерговитратними або залежать від погодних умов.

Центрифуги для витопки воску дозволяють підвищити вихід чистого продукту, знизити енерговитрати та автоматизувати процес. У дослідженні, проведеному Максимовим (2022), центрифуга дозволила збільшити вихід воску на 37,5% при температурі пари 100 °С, швидкості обертання 1000 об/хв та тривалості 15 хвилин (Maksimov, 2022).

Сучасні моделі оснащені електронагрівачами (ТЕНами), датчиками температури, мікроконтролерами для регулювання швидкості обертання (табл.1). Це забезпечує рівномірний нагрів, зменшує втрати воску та знижує трудомісткість процесу. Розробки з використанням мікропроцесорних контролерів, зокрема на базі Arduino, відкривають перспективи програмованих циклів витопки з мінімальним втручанням оператора (Răduca, 2020) [2-6].

Важливою перевагою є **універсальність** центрифуг — вони можуть працювати з забрусом, старими сотами та залишками після відкачування меду. Конструкція з нержавіючої сталі гарантує відповідність санітарним нормам та довговічність.

**Таблиця 1 – Порівняння технологій витопки воску**

Тип обладнання	Принцип дії	Продуктивність	Енерговитрати
Парова воскотопка	Нагрівання парою	До 5 кг/год	Високі
Сонячна воскотопка	Нагрівання сонцем	1–2 кг/год	Низькі, залежить від погоди
Центрифуга з ТЕНом	Відцентрова сила + електронагрів	10–12 кг/год	Середні, зменшуються за рахунок автоматизації
Комбінована центрифуга	Автоматизований нагрів і обертання	До 15 кг/год	Оптимізовані, контрольоване споживання
Ручна центрифуга	Обертання вручну	4–6 кг/год	Низькі, але висока трудомісткість



**Розширення таблиці:** Комбіновані моделі центрифуг, які поєднують електронагрів і автоматичне регулювання обертання, забезпечують **найвищу продуктивність**. Вони рекомендовані для **малих і середніх пасік**, які прагнуть підвищити ефективність без значного збільшення енергоспоживання. За результатами досліджень, такі системи також дозволяють зменшити **вміст домішок у воску** та уникнути повторної фільтрації. При правильному виборі режимів центрифугування спостерігається **підвищення прибутковості пасіки** завдяки економії ресурсів і зростанню якості продукту (Maksimov, 2022).

**Висновки:**

Центрифуги — це високоефективне, енергоощадне та технологічно гнучке рішення для витопки воску. Вони дозволяють скоротити витрати часу, підвищити якість продукції та автоматизувати процеси в бджільництві. Подальший розвиток конструкцій із вбудованими інтелектуальними модулями забезпечить ще більшу адаптацію технології до умов малих і середніх господарств.

**Список літератури:**

1. Maksimov, N. (2022). Study of the operation of a centrifuge to obtain apiary wax from wax raw materials. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1045(1), 012100. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1045/1/012100>
2. Răduca, E. (2020). Model of microprocessor centrifugal equipment for honey extraction. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai: Engineering*, 65(1), 163–170. <https://doi.org/10.24193/subbeng.2020.1.18>
3. Hu, Y., Li, Z., Wang, S., & Wu, X.-B. (2023). The difference in composition and nutritional potency of honey extracted by centrifugation and pressed processes. *Food Quality and Safety*. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyad018>
4. Stober, K., Sanchez, A., Apodaca, M., Ngetich, G. C., & Wood, D. (2020). Centrifugal casting of paraffin and beeswax for hybrid rockets. *AIAA Propulsion and Energy 2020 Forum*. <https://doi.org/10.2514/6.2020-3736>
5. Biyena, L. (2024). Pre-Extension Demonstration of Crude Beeswax Extraction Technology in Ilu Gelan District. *World Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.11648/j.wjfst.20240804.12>
6. Syromiatnykov, Y., & Vircava, I. (2024). Adaptation mechanisms of soybean to salinity and drought: A botanical perspective. *International Journal of Biological Engineering and Agriculture*, 2(14), 197-207.

<sup>1</sup>науковий керівник – Сиромятніков Ю.М., к.т.н.

## ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Шаповал В.О., здобувач; Горовий М.В., Калнагуз О.М., ст. викладач;  
(СНАУ, м. Суми, Україна)

*Soybean is a unique food, feed and medicinal plant, which for many years has been one of the most important strategic crops in world agriculture. In recent decades, the popularity of soy products has grown significantly due to increased interest in healthy eating and vegetarianism..*

Соє є унікальна продовольча, кормова і лікарська рослина, яка багато років належить до найважливіших стратегічних культур світового землеробства. В останні десятиліття популярність соєвих продуктів значно зросла через підвищення інтересів до здорового харчування та вегетаріанства. Водночас вирощування сої має як економічні, так і екологічні виклики.

Основний обробіток ґрунту під соєю виконує кілька важливих функцій: знищення бур'янів, покращення структури ґрунту, збереження вологи та створення сприятливих умов для росту рослин. Його проведення залежить від кліматичних умов, попередника, рівня забур'яненості поля та інших факторів. Першим етапом є лушення стерні – поверхневий обробіток, який допомагає зберегти вологу, знищити бур'яни та пришвидшити розкладання рослинних решток. Його виконують одразу після збирання врожаю на глибину 6-12 см. Запізнення з лушенням призводить до збільшення кількості бур'янів у наступному посіві. Для цієї операції використовують дискові та лемішні лушильники, які агрегують із тракторами. Наступним етапом є зяблева оранка, яка забезпечує глибоке розпушування ґрунту. Її виконують на глибину 25-27 см після зернових культур і 25-30 см після кукурудзи. Глибина оранки залежить від типу ґрунту та попередника. Використовують плуги різних типів, які забезпечують якісне переорювання ґрунту та заробку пожнивних решток.

Завдяки правильному основному обробітку ґрунту підвищується врожайність сої, поліпшується водно-повітряний режим ґрунту, знищуються бур'яни й шкідники, а також зменшуються затрати на подальший догляд за посівами. Вирощування сої в Україні залежить від правильної сівби, що включає дотримання норми висіву, глибини загортання та рівномірності розміщення насіння. Культуру можна успішно вирощувати в Лісостепу, Поліссі та Степу, зокрема на зрошуваних землях.

Україна є лідером за кількістю сортів сої (62 сорти) з різною тривалістю вегетаційного періоду (70–130 днів). Вони поділяються на ультракороткостиглі, дуже скоростиглі, скоростиглі та середньостиглі, з урожайністю 18–38 ц/га. Для стабільного врожаю рекомендується вирощувати кілька сортів одночасно. Перед сівбою насіння обробляють фунгіцидами та бактеріальними препаратами, а передпосівну культивуацію проводять на глибину 5–6 см. Оптимальна температура ґрунту для висіву – 12–14°C (кінець квітня – початок травня). Використовують широкорядний (45–70 см) та рядковий (15 см) способи сівби. Норми висіву залежать від сорту: 400–700 тис. схожих насінин/га, а на зрошуваних землях – на 20–25% більше. Для сівби застосовують як вітчизняні, так і імпортовані сівалки. Важливими технологічними заходами є прикочування ґрунту при не-

достатній вологості та внесення гербіцидів для боротьби з бур'янами. Нові пластикові висівні котушки значно зменшують травмування насіння, що покращує рівномірність посіву. Сою вирощують на родючих, чистих від бур'янів ґрунтах із достатньою кількістю вологи. Найкращі попередники – зернові культури, кукурудза, картопля та овочі, а найгірші – соняшник, суданська трава, багаторічні трави та однорічні бобові. Щоб уникнути пошкодження шкідниками, сою висівають подалі від люцерни, гороху та акацій.

Для підвищення урожайності сої важливо правильно підбирати мінеральні добрива (N30-40P60-90K60-90), застосовувати інокуляцію, мікроелементи та стимулятори росту. На кислих ґрунтах необхідне вапнування. Інокуляція сприяє фіксації азоту, що підвищує урожайність на 2,0-4,5 ц/га. Для внесення добрив використовують різні машини: начіпні для малих доз та кузовні для великих доз. Органічні добрива розподіляють агрегати серії МТО. Використання цих технологій сприяє кращому росту та високій урожайності сої. Для успішного вирощування сої важливо контролювати бур'яни. Це можна робити агротехнічними методами (боронуванням та міжрядним рихленням) або застосуванням гербіцидів.

Після збирання сою потрібно негайно очистити від домішок і висушити до вологості 12-14%. Чисте насіння має складати не менше 95%, а вміст насіння бур'янів – не більше 5 шт./кг. Сушіння вимагає обережного підходу, оскільки при високих температурах оболонка насіння може розтріскатися. Сушіння здійснюють у шахтних і пересувних зерносушарках, а для зберігання використовують вентилязовані бункери або складують у штабелі

#### **Список літератури:**

1. Лиса А. Україна утримує позиції у топ-10 світових виробників сої [Електронний ресурс] / А. Лиса // Журнал Landlord. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://landlord.ua/news/ukraina-utrymuie-pozytsii-u-top-10-svitovykh-vyrobnykiv-soi/>

2. Хаблак С. Сучасні зміни в технології вирощування сої [Електронний ресурс] / С. Хаблак // «Агроном» - журнал про сучасне вирощування сільськогосподарських культур. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/suchasni-zminy-v-tehnologiyi-vyroshhuvannya-soyi/>.

3. Вирощування сої. Технологія посіву та догляду [Електронний ресурс] // AgroPortal. Рослинництво. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://agroportal.ua/agrocheck/special-projects/viroshchuvannya-soji-tehnologiya-posivu-ta-doglyadu>.

4. Головашич О., Білоткач М., Півень А. Технологічний регламент і комплекс машин для виробництва сої з використанням нових технічних засобів. Посібник українського хлібороба. 2009. С. 251–256. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu\\_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9673705](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9673705) (дата звернення: 30.03.2025).

## ВПЛИВ ГРАНИЧНОГО КУТА ПІДЙОМУ НА ЯКІСТЬ ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ РИСУ НА ВІБРАЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ

Михайлов А.Д., к.т.н., доцент; Шестов К.Г.,

Юристовський Р.В., здобувачі ВО. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The vibrating separator can separate 98,0% of common reed, 99,0% of gray mouse and 97,0% of hibiscus trifoliolate from rice seeds at the maximum angle of rise without losing the main crop seeds to waste.*

Граничний кут підйому насіння рису (бур'янів) по віброуючій неперфорованій фрикційній площині вібраційного сепаратора є такий кут, при якому середня швидкість зазначених компонентів руху дорівнюється нулю.

Існують два режими руху компонентів насінневої суміші: з безперервним підкиданням (відривний) та без підкидання (безвідривний).

При проведенні досліджень у відривному режимі руху на вібраційному сепараторі по фанері технічній є можливість виділити із насіння рису 71,0% очерету звичайного, 78,0% мишію сизого і 74,0% гібіску трійчастого.

Якщо встановити площину, яка облицьована брезентом, під кутом  $7,2^{\circ}$  без втрат насіння основної культури, відповідно, можна видалити 93,0%; 95,0% і 94,0% насіння очерету звичайного, мишію сизого, гібіску трійчастого.

Абразивне полотно із всіх площин найбільш шорсткувате, тому (при куті підйому  $7,9^{\circ}$ ) можна виділити максимальну кількість очерету звичайного - 98,0%, мишію сизого - 99,0% і гібіску трійчастого - 97,0% без втрат насіння основної культури у відхід.

Найменшу кількість засмічувачів вдається виділити із насіння рису на площині, яка облицьована гумою.

У безвідривному режимі руху при встановленні кута підйому площини  $6,1^{\circ}$  (фанера технічна), є можливість відібрати до 54,0% насіння основної культури без наявності у ньому очерету звичайного, мишію сизого, гібіску трійчастого.

Застосування брезенту дозволяє виділити із насіння рису 62,0% очерету звичайного, 49,0% мишію сизого, 43,0% гібіску трійчастого.

На абразивному полотні при куті підйому рівному  $8,2^{\circ}$  є можна видалити максимальну кількість насіння бур'янів (91,0% очерету звичайного, 85,0% мишію сизого та 87,0% гібіску трійчастого).

Мінімальну кількість насіння бур'янів вдається видалити на площині, облицьованою гумою. Лише до 46,0% є можливість відібрати із насіння рису очерету звичайного, 43,0% мишію сизого та 39,0% гібіску трійчастого при встановленні кута підйому, який дорівнюється  $5,3^{\circ}$ .

Таким чином, розподілення значень компонентів насінневої суміші рису показало, що оптимальний режим руху це відривний, а найкраща площина - абразивне полотно.

За такими умовами із насіння рису можна виділити максимальну кількість очерету звичайного - 98,0%, мишію сизого - 99,0% і гібіску трійчастого - 97,0% без втрат насіння основної культури у відхід.

УДК: 351.777:504.06

**ЗАБРУДНЕННІСТЬ ҐРУНТІВ – ЗНИЖЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**О.А. Романашенко, доцент, В.В. Шульга, бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна) [romanashenko.a@gmail.com](mailto:romanashenko.a@gmail.com)

***Abstract** Physical soil degradation leads to a deterioration in soil structure. Compaction of the subsoil and deeper soil layers reduces crop yields.*

Всебічний аналіз засвідчує, що зниження родючості ґрунтів України пов'язане як з природними чинниками, так і з виробничою діяльністю людини. Вони чітко взаємопов'язані й основними з них є: ерозія ґрунтів, дегуміфікація, від'ємний баланс поживних елементів, забруднення ґрунтів важкими металами, залишками пестицидів і мінеральних добрив, радіонуклідами, біологічним різноманіттям, ущільненням ґрунтів сільськогосподарською технікою тощо [2].

Забруднення ґрунтів зумовлене наявністю у них надмірної кількості важких металів, радіонуклідів, залишків пестицидів і мінеральних добрив тощо. На землях сільськогосподарського призначення забруднення ґрунтів, як правило має локальний характер і залежить від розміщення їх біля промислових об'єктів, атомних електростанцій, сміттєзвалищ, складів мінеральних добрив і отрутохімікатів.

Зокрема, серед важких металів екологічно найнебезпечнішими вважаються свинець, кадмій, мідь, цинк. Забруднення ґрунтів України радіонуклідами в основному пов'язане з аварією на Чорнобильській АЕС. Великою небезпекою радіоактивного забруднення ґрунтів є те, що в таких умовах створюється високий коефіцієнт переходу радіонуклідів до рослин та, наприклад, забруднення молока  $^{137}\text{Cs}$  понад 100 Бк/л, а доза опромінення населення перевищує 1 мЗв/рік. Доволі негативно на ґрунт впливають залишки пестицидів і мінеральних добрив. Особливо шкідливими є хлорорганічні, фосфорорганічні та симтриазинові пестициди. Серед них в окремих областях вміст у ґрунтах перевищує у 30 разів, прометрину – 12, ГХЦГ – 10, атразину – 8, симазину – у 5 разів.

Залишки цих пестицидів проникають у ґрунт на велику глибину і забруднюють поверхневі та підземні води, а з водою потрапляють в організм людини, викликаючи різноманітні захворювання. Аналогічна картина спостерігається з мінеральними добривами. Адже в них поживної речовини міститься лише 18–40 %, а решта баласт, в якому є такі шкідливі елементи, як кадмій, цинк, мідь тощо. Якраз вони в багатьох випадках знижують якість рослинницької продукції.

Фізична деградація ґрунтів є наслідком інтенсивного сільськогосподарського використання земель, а саме: надмірної розораності ґрунтів, інтенсивного механічного обробітку та зниження вмісту в ґрунтах органічної речовини тощо, що призводить до погіршення структурності верхніх шарів, бриластості після оранки, запливання і кіркоутворення, наявності плужної підшви, ущільнення підорного і глибших шарів ґрунту, а одночасно до різкого зниження врожайності сільськогосподарських культур [1].

Дослідження показують, що зберегти і відтворити родючість ґрунтів України можна лише за рахунок запровадження комплексу заходів, до яких належать:

- неухильне забезпечення чинних законодавчих актів.
- оптимізація структури земельних ресурсів за рахунок скорочення площі ріллі з першочерговим вилученням з обігу сильно- і середньо-еродованих земель і відведення їх під суцільне заліснення або інтенсивне залуження.
- охорона ґрунтів від ерозії за рахунок розроблення концепції екологічно стабільного протиерозійного землеустрою та цільових програм і планів, що забезпечують протиерозійну стійкість території.
- покращення балансу гумусу та поживних елементів у землеробстві за рахунок упровадження у виробництво ґрунтоохоронних сівозмін з оптимальним співвідношенням культур.
- вапнування кислих і гіпсування солонцевих ґрунтів потрібно вважати однією із основних складових загальної системи управління родючістю і розглядати як першочерговий агрозахід із докорінного поліпшення фізико-хімічних і агрофізичних властивостей ґрунтів.
- комплексна програма раціонального використання і захоронення залишків пестицидів, а також територій, забруднених радіоактивними речовинами.
- застосування протиерозійного механічного обробітку ґрунту, який оптимізує його рівноважну щільність та інші агрофізичні властивості [3].

Родючість ґрунту – одна з найістотніших його властивостей, яка забезпечує життєво важливі біосферні функції, втрати яких позбавляють рослини, а також й людину, екологічних основ їхнього існування. Саме з цих міркувань збереження й відтворення родючості ґрунтів повинні завжди бути у полі зору як органів державної влади, так і органів місцевого самоврядування, окремих власників землі та землекористувачів незалежно від форм власності на землю. При цьому особлива увага повинна бути звернута на неухильне дотримання чинного законодавства про земельні ресурси, рекомендацій науково-дослідних установ стосовно раціонального використання земель і збереження та відтворення родючості ґрунтів.

#### **Список літератури:**

1. Долженчук В.І., Яценко О.В., Крупко Г.Д., Глущенко М.К. Агромеліоративні заходи підвищення родючості ґрунтів. *Сільськогосподарські меліорації, використання меліорованих земель*. К. 2010. С.98–105.
2. Стріла Г.П. Еколого-технологічні питання відтворення родючості ґрунтів та оптимізація землекористування на регіональному рівні. *Вісник Державної аграрної академії*. 2011. № 1. С.166–168.
3. Греков В.О., Тараріко О.Г., Панасенко В.М., Мудрик С.Г. Адаптація національної системи охорони ґрунтів до проекту рамкової ґрунтової директиви ЄС та Ради. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 2. С.45–51.

**ОГЛЯД ПРИЛАДІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ**

Щигло Є.О., здобувач; Сіренко Ю.В., PhD., доцент; Калнагуз О.М., ст. викладач  
(СНАУ, м. Суми, Україна)

*The study of such properties of agricultural materials as mechanical and technological ones is closely related to the objects of cultivation and processing of materials, allowing scientists to create devices for their research.*

Життєвий досвід розвитку будь-якого виробництва показує, що найкращій реалізації кожного процесу сприяють: знання властивостей об'єктів обробки; конкретизація вимог до виду і стану продукту, який одержують у результаті обробки; розуміння суті технологічного процесу, який потрібно організувати відповідно до специфічних властивостей об'єкта обробки [3].

Вивчення механіко-технологічних властивостей сільськогосподарських матеріалів тісно пов'язане з їхніми біологічними та фізичними особливостями, розмірно-масовими показниками, кліматичними умовами вирощування, зберігання, переробки, обробітку, тощо. Уніфікація показників механіко-технологічних властивостей різних груп сільськогосподарських матеріалів дає змогу створити єдині прилади та випробувальні машини для визначення цих показників [3].

Відомо що властивості сільськогосподарських матеріалів залежать від багатьох факторів, для вивчення яких нами було використано обладнання про яке опишемо далі.

Всі результати дослідження нами було прораховано методом математичної статистичної обробки.

Для визначення вологості досліджувальних матеріалів нами використовувалась сушильна шафа, бюкси та терези. Температура сушіння становила 100...105<sup>0</sup>С. Тривалість сушіння становила 30 хвилин. Після охолодження бюкси з пробами ґрунту зважили. Далі знову бюкси з ґрунтом поміщаємо в сушильну шафу на 1 годину. Через годину вийняли бюкси з сушильної шафи і знову зважили. Таким чином під час виконання роботи ми навчилися визначати вологість ґрунту, вивчили будову сушильної шафи та виконали математичну обробку результатів дослідів

Для визначення характеристик пружин нами було використано прилад для тарування пружин стиску та розтягу. Які складались з пружин стиску чи розтягу. Ми провели навантаження і розвантаження пружини. Пружину встановили на прилад і привели вимірювальну систему у вихідне положення, при цьому лінійка встановлювалась у нульове положення. Потім ми навантажували пружину ступенями, після того як пружину було завантажено, поступово її розвантажуюмо і перевіряємо довжину пружини, так 3 рази. Під час виконання цієї роботи ми мали змогу познайомитися з властивостями пружин до розтягу і стиснення, оглянули прилади, що вимірюють ці властивості. Виконали побудову тарувальної кривої пружини.

Твердість ґрунтів вимірюють – твердомірами. Під час цієї роботи ми вимірювали твердість ґрунту і викреслювали діаграму. На початку роботи було заміряно твердість на глибині 0 – 10см; 12 – 20см; 22 – 30см; Знайдені дані ми записали у таблицю, де було зручно оглянути наші результати. Таким чином при замірах твердості і по суміжності при виконанні лабораторної роботи, ми ознайомилися з будовою твердоміра, намалювали діаграму і найголовніше – визначили де ж насправді ґрунт має найбільші показники твердості, що допоможе нам виявити підшову, яка так заважає росту й розвитку рослин

Під час виконання наступної роботи ми мали змогу визначити статичні коефіцієнти тертя сільськогосподарських матеріалів по різних поверхнях. Для цього ми використовували спеціальний прилад для вимірювання статичного коефіцієнта тертя. Спочатку ми закріпили на похилій площині пластину, вирівняли її по горизонталі, і помістили на неї досліджуваний матеріал. Повільно обертали площину, аж поки матеріал не почав ковзати. Необхідні дані записали, а дослід повторили 4 рази для кожної пари матеріалів. Отже ми дізналися яким приладом вимірюється коефіцієнт тертя, що і як для цього потрібно робити, все необхідне записали.

Наступним було визначення коефіцієнта динамічного тертя матеріалів по різних поверхнях. Для цього використовують прилад для визначення динамічного тертя, він складається з: креслярської дошки, лінійки та каретки. Ми закріплювали всі необхідні матеріали і проводили заміри по 4 рази для кожної пари тертя. Все необхідне записали в таблицю. Цей дослід нас познайомив вже із динамічним коефіцієнтом тертя, що досить сильно відрізняється від статичного.

### **Список літератури:**

1. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навч. посібник О.М. Царенко, С.С. Яцун, М.Я. Довжик, Г.М. Олійник; За редакцією С.С. Яцуна. – К.: Аграрна освіта, 2000. – 243 с.
2. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Практикум: Навч. посібник Д.Г. Войтюк, О.М. Царенко, С.С. Яцун, М.Я. Довжик, Г.М. Олійник; За редакцією С. С. Яцуна. – К.: Аграрна освіта, 2000. – 93 с.
3. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник: О.М. Царенко, Д. Г. Войтюк та ін.; За редакцією С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
4. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Практикум: Навч. посібник С.С. Яцун, М.Я. Довжик, Г.С. Головченко, О.М.Калнагуз, Ю.В. Сіренко; За редакцією С. С. Яцуна. – Суми.: СНАУ, 2011. – 143 с.



**ВИДАЛЕННЯ ІЗ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ ОВОЧЕВИХ БОБІВ НАСІННЯ БУР'ЯНІВ І ДОМІШОК НА ВІБРОФРИКЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ**

Михайлов А.Д., Бакум М.В., к. т. н., доценти;  
Юристовський Р.В., Попова А.В., здобувачі ВО  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The maximum amount of quinoa seeds 98.0%, birch 96.0% and almost completely impurities can be separated from the seeds of vegetable beans on a plane lined with a fine-grained abrasive cloth.*

Граничний кут підйому компонентів насінневої суміші овочевих бобів по вібруючій неперфорованій фрикційній площині є кут, при якому середня швидкість його руху дорівнюється нулю.

Він є узагальненою ознакою розділення насіння основної культури і засмічувачів на робочому органі віброфрикційного сепаратора.

При дослідженнях граничні кути підйому насіння овочевих бобів, насіння бур'янів та домішок визначалися експериментальним шляхом на лабораторній установці.

Експериментальні дослідження проводилися на фанері технічній облицьованою різним фрикційним матеріалом: брезентом, дрібнозернистим абразивним полотном, бельтингом, гумою, металом.

Розподілення значень компонентів насінневої суміші овочевих бобів за граничним кутом підйому показує, що на площині, яка облицьована брезентом, можна видалити із насіння основної культури 83,0% насіння лободи, 91,0% берізки та 94,0% домішок.

Найбільшу кількість насіння лободи 98,0% та берізки 96,0% можна виділити із насіння овочевих бобів на площині, облицьованою дрібнозернистим абразивним полотном. Практично повністю із насіння основної культури можливо виділити домішки.

На площині, облицьованою бельтингом, є можливість виділити до 77,0% насіння овочевих бобів без наявності у ньому насіння лободи, берізки та домішок.

Треба відзначити, що на площинах, які облицьовані гумою і металом відсотковий вихід насіння овочевих бобів без наявності у ньому насіння бур'янів та домішок менший у порівнянні з іншими запропонованими площинами.

Виділення із насіння овочевих бобів, на площині облицьованою гумою, також здійснюється у межах: 68,0% насіння лободи, 59,0% берізки і 71,0% домішок без втрат насіння основної культури у відхід.

Мінімальну кількість насіння бур'янів і домішок, відповідно, 63,0% і 67,0% можна видалити на площині, яка облицьована металом.

Таким чином, використання віброфрикційного сепаратора дозволяє із насіння овочевих бобів виділити значну кількість насіння бур'янів і домішки. Найбільш доцільним це можна зробити на площині облицьованою дрібнозернистим абразивним полотном.

## СЕКЦІЯ 2. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ В АПВ

### ДО ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПІД ДІЄЮ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Сліпченко М.В., к.т.н., доцент, Білоусов А.О., студент  
(ХДППФК імені В.І. Вернадського, м. Харків, Україна)

*The theses analyze the peculiarities of the calculation of foundations that contribute to the action of dynamic loads.*

Вибір типу фундаменту та його розрахунок є чи не найголовнішим фактором, що впливає на надійність та довговічність будівель та споруд. При його виборі враховують багато факторів: характеристики ґрунту, рівень ґрунтових вод, діючі навантаження, кліматичні умови та інші фактори, що й впливають на техніко-економічне обґрунтування.

Але серед цих факторів є один, що окремого підходу до вибору та обґрунтування фундаментів. Особливого розрахунку вимагають фундаменти, що сприймають вібраційні, динамічні та ударні навантаження.

Такі фундаменти проектують під окремі машини чи агрегати, або під групи машин і відокремлюють від суміжних фундаментів будинків, споруд і устаткування.

Фундаменти, що працюють під дією динамічних та ударних навантажень розраховують за двома групами критичних станів: за першою групою – за несучою здатністю, за другою – за деформаціями [1].

При цих розрахунках виникає запитання щодо коректності розрахунків змушуючи сил і викликаних ними вимушеними коливаннями. В техніці та будівництві при розрахунках конструкцій необхідно уникати небажаного явища резонансу. Боротьба з цим явищем можлива як методом розстойки так і за допомогою демпфування. Перший передбачає обчислення вимушених коливань і підбір параметрів споруд і фундаментів таким чином, щоб властї частоти не співпадали з вимушеними. Метод демпфування передбачає введення спеціальних вузлів, що розсіюватимуть енергію.

Таким чином важливим етапом в обчисленні є розрахунок вимушених коливань, що можуть виникати під дією імпульсних, ударних, динамічних та вібраційних навантажень. Моделі таких коливань під дією вказаних навантажень наведені в [2,3].

1. Зоценко М.Л. і др. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. – Полтава: ПНТУ, 2003. 446 с.

2. Ольшанський В.П., Сліпченко М.В., Ольшанський О.В., Бредихін В.В. Динаміка імпульсно навантажених нелінійних осциляторів. – Харків: Діса плюс, 2021. – 264 с.

3. Ольшанський В.П., Сліпченко М.В., Спольнік О.І., Бурлака В.В. Нелінійні коливання дисипативних осциляторів. – Харків: Міськдрук, 2020. – 268с.

УДК 631.363.3

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ВІБРОПНЕВМОЦЕНТТРОВОГО РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЄВИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ГУСТИНОЮ НАСІННЯ**

Клименко Андрій Сергійович, магістр; Кормілець Денис Андрійович, магістр; Бредихін В.В. д.т.н., доцент, професор кафедри надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича, Державний біотехнологічний університет

Метою роботи є: дослідження шляхів підвищення питомої продуктивності та якості процесу розділення насіннєвих матеріалів за густиною насіння, зниження питомої метало- та енергоємності обладнання, що виконує процес.

Біологічна наука встановила, що густина насіння позитивно корелює з його енергією проростання та урожайністю [1]. Дослідження показали, що існуючі методи і технічні засоби не відповідають сучасним вимогам підвищення продуктивності та зниження метало- й енергоємності обладнання. Подальший розвиток можливий через інтенсифікацію розрихлення матеріалу [2]. Збільшення амплітуди коливань ротора збільшує швидкість переміщення матеріалу, але призводить до того, що насіннєвий матеріал не встигає розділитися, знижуючи ефективність центрифугування.

Для усунення виникаючих технологічних суперечностей доцільно інтенсифікувати процес розпушування насіннєвого шару шляхом застосування оптимальних кінематичних і аеродинамічних режимів, які забезпечують необхідний ступінь розпушування. При цьому слід забезпечити штучне гальмування переміщення шару до зони вивантаження шляхом підвищення коефіцієнта тертя ковзання насіння по поверхні при його переміщенні вниз і зменшення тертя при русі вгору. Для реалізації цього способу запропоновано використати рифлену поверхню з "косими" асиметричними рифлями. Завдяки ефекту "розклинювання" сипкого шару частинки можуть здійснювати коливальні рухи в радіальному напрямку.

На основі досліджень було запропоновано і обґрунтовано метод підвищення технологічної ефективності процесу розділення насіннєвих матеріалів за допомогою вібропневмоцентрифуг. Розроблено покращену конструктивно-технологічну схему робочого органу. Згідно з результатами досліджень, створено та випробувано у виробничих умовах вдосконалену конструкцію сепаратора, чия питома продуктивність у два рази перевищує продуктивність пневмосортувального столу. Запропоновано технічні рішення для модернізації існую-

чих вібропневмовідцентрових сепараторів типу БЦС для розділення насінневих матеріалів за густиною насіння. ВАТ "Завод ім. Фрунзе" (м. Харків) впровадив у серійне виробництво нову робочу поверхню. Виготовлено дослідний зразок сепаратора та запропоновано нову робочу поверхню до комплекту сепараторів типу БЦС.

**Висновки:** На основі аналізу досліджень було встановлено доцільність використання модернізованої робочої поверхні з анізотропним тертям, з розміщенням асиметричних рифлів на поверхні. Чистота основної фракції становить 97,32%, гострота розділення - 0,43 г/см<sup>3</sup> при масі 1000 зерен - 39,92 г., висоті рифля - 0,5...0,6 мм і коефіцієнті анізотропії тертя - 0,35...0,37. Подальша робота в цьому напрямку є актуальною та перспективною.

#### **Список використаних джерел**

1. Бредихін В.В. Теоретичні основи вібропневмовідцентрового розділення насінневих матеріалів за густиною насіння: монографія. Х.:, 2017. 81с.
2. Тищенко Л.М., Харченко С.О. Інноваційні рішення підвищення ефективності віброрешітної сепарації просіваєності зернових сумішей. Вібрації в техніці та технологіях. Вінниця: ВНАУ, 2016. №2 (82). С. 116 – 124.

УДК 620.178

## ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЛІСОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Кульпін Р.А., асистент кафедри надійності техніки,  
ruslan.kulpin@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

*The modern wood processing industry operates under the growing necessity of implementing resource-saving and energy-efficient technologies that contribute to the rational utilization of wood raw materials. This study analyzes contemporary approaches to deep wood processing, innovative methods for diagnosing the technical condition of equipment, and the prospects for further digital transformation of the industry.*

Застосування технологій глибокої переробки деревини забезпечує виробництво матеріалів із високою доданою вартістю, таких як біополімери, деревні композити, наноцелюлоза та інші продукти, здатні слугувати альтернативою нафтохімічним матеріалам. Використання передових технологій, зокрема біохімічної модифікації деревини, термічної обробки, просочення екологічно безпечними реагентами та інтеграції наноструктурованих матеріалів, дозволяє значно покращити фізико-механічні характеристики кінцевої продукції.

Однією з актуальних проблем галузі є швидкий знос обладнання та незаплановані простой через технічні несправності. Ефективним рішенням у цьому контексті є впровадження інтелектуальних систем моніторингу технічного стану обладнання на основі технологій Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту (AI). Використання систем предиктивної діагностики дозволяє аналізувати робочі параметри механізмів, прогнозувати можливі відмови та оптимізувати графіки технічного обслуговування, що сприяє зменшенню експлуатаційних витрат і підвищенню ефективності виробництва.

Крім того, застосування високоміцних композитних матеріалів у виробництві різального та обробного інструменту значно підвищує їхню стійкість до зношування, збільшуючи термін служби та продуктивність технологічних операцій. Запровадження концепції циркулярної економіки у лісопереробній промисловості забезпечує зниження обсягів відходів, повторне використання вторинної сировини та мінімізацію екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Отже, інтеграція передових технологій у процеси глибокої переробки деревини разом із сучасними методами технічного моніторингу сприяє підвищенню надійності обладнання, екологічній стійкості та економічній ефективності лісопереробної промисловості.

### Список використаних джерел

1. Smith, J., & Brown, L. (2023). *Advances in Wood Processing Technologies: Sustainable and Efficient Solutions*. Springer.
2. Wang, Y., & Li, H. (2022). *Predictive Maintenance in the Wood Industry: IoT and AI Applications*. Elsevier.

## ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД У 3D-МОДЕЛЮВАННІ ТА СТВОРЕННІ ДЕТАЛЕЙ

Лаптії І.Р. студент,

керівник - к.т.н., доцент Марченко М.В.

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*Personal experiences with 3D modeling software are reviewed. The main advantages of using three-dimensional software to create parts are analyzed, including its role in reducing development time, increasing accuracy, and minimizing design errors.*

З розвитком сучасних технологій 3D-моделювання стало невід'ємною частиною інженерії та виробництва. Завдяки програмному забезпеченню для тривимірного проектування значно скорочується час на створення деталей, підвищується точність розрахунків та оптимізується виробничий процес. Робота з такими програмами дозволяє проектувати, аналізувати та модифікувати конструкції ще до їх фізичного виготовлення, що мінімізує витрати та потенційні помилки.

Основні переваги програмного забезпечення 3D-моделювання:

Одна з головних переваг такого програмного забезпечення — його зручність в опануванні. Різноманітність програм дає змогу обрати найбільш підходящий варіант залежно від специфіки завдань і потреб користувача.

Розширені можливості проектування — тривимірне моделювання надає широкі можливості для розробки складних конструкцій, які важко реалізувати традиційними методами креслення. Основні переваги включають: Високу точність та деталізацію моделей; Швидке внесення змін до проєктів без необхідності повного перероблення; Гнучкість у налаштуванні параметрів та характеристик деталей.

Візуалізація та перевірка конструкцій — однією з ключових особливостей 3D-моделювання є можливість попередньо оцінити кінцевий вигляд деталі. Це дозволяє: Виявити потенційні конструктивні недоліки ще до стадії виробництва; Оцінити відповідність деталей технічним вимогам; Використовувати цифрові моделі для тестування та симуляцій. Крім того, більшість сучасних програм містять вбудовані інструменти для автоматичного виявлення несумісностей у проєкті, що значно підвищує точність кінцевого виробу.

Опановуючи програмне забезпечення для 3D-моделювання, можна відзначити його високу доступність та ефективність. Завдяки великій бібліотеці стандартних деталей і конструкцій навчання стає простішим та швидшим. Технології тривимірного моделювання відкривають нові можливості для оптимізації виробничих процесів та створення інноваційних конструкцій. Надалі подальше вдосконалення навичок у цій сфері сприятиме ефективнішому використанню сучасних інженерних рішень у практичній діяльності.

УДК 631.363.3

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СІТЧАСТИХ ІНТЕНСИФІКАТОРІВ  
ДЛЯ ПСС-2,5**

Макаренко О.В., аспірант, Бредихін В.В. д.т.н., доцент, професор кафедри надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича, Державний біотехнологічний університет

*Метою дослідження є визначення ефективності використання сітчастих інтенсифікаторів для покращення якісних та кількісних показників процесу підготовки високоякісного насіння.*

Удосконалення процесу очищення та розділення зернового матеріалу для отримання високоякісного насіння, є критично важливою задачею післязбиральної обробки зерна, оскільки [1] якість насіння лінійно впливає на урожайність. За [2], використання високоякісного, біологічно активного насіння позитивно впливає на рівномірність схожу та розвитку рослини, стійкості до хвороб, підвищеній урожайності і, відповідно, вищій економічній ефективності процесу. Використання високоякісного насінневого матеріалу набуло особливої актуальності в умовах військової агресії та, відповідно, значного зменшення площ під вирощування зернових культур.

Для розділення насінневого матеріалу та відбору високоякісного, біологічно активного насіння, використовується різного роду технології та обладнання. Однак, за комплексом показників, найвищу ефективність мають сепаруючі машини, що розділяють насінневий матеріал за густиною насіння. Розділення насінневого матеріалу за густиною насіння можливе «вологим» та «сухим» способами. Практично доведено [3], що «сухий» спосіб менш ресурсовитратний, що робить його більш поширеним у сільськогосподарському виробництві.

Не зважаючи на попередні наукові дослідження процесів розділення насінневих матеріалів за густиною насіння, механіка та фізика процесу досліджені не в повній мірі, що призводить до помилок у проектуванні, виробництві та використанні сепаруючих машин класу. Значна кількість дослідників розглядала рух окремої частинки по робочій поверхні, нехтуючи внутрішньошаровою взаємодією.

Продовжуючи дослідження [4], запропоновано розглядати насінневий матеріал, як суцільне середовище, що складається з  $N$  – шарів матеріалу, які складаються з частинок різної власної густини (важка, середня та легка фракції). Причому, до «важкої» фракції слід віднести сукупність частинок з найвищою густиною, а до «легкої» з найнижчою. Відповідно, найвищу біологічну цінність мають частинки саме «важкої» фракції.

Для підвищення ефективності роботи сепаруючої машини (пневмосепарувального столу) запропоновано встановлення на робочу поверхню сітчастого інтенсифікатора (рис.1).

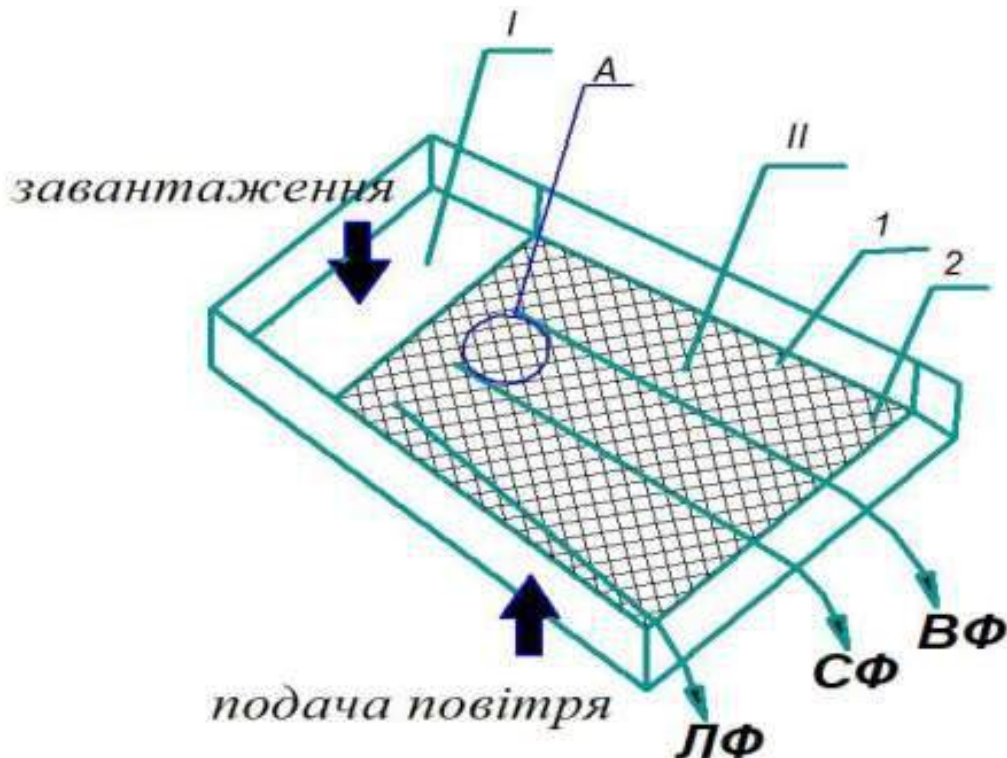


Рис. 1 Загальний вид робочої поверхні пневмосепарувального столу з встановленим сітчастим інтенсифікатором: ВФ – важка фракція; СФ – середня фракція; ЛФ – легка фракція; 1 – робоча поверхня; 2 – сітчастий інтенсифікатор; I – зона завантаження; II – зона розділення

Сітчастий інтенсифікатор передає імпульс від робочої поверхні до розташованих на віддаленні від робочої поверхні шарів насінневого матеріалу. Відомо, що імпульс від коливань робочої поверхні має згасаючий характер по висоті шару: найбільший – поблизу робочої поверхні, найменший – у найбільш віддалених шарах, що унеможливує збільшення подачі матеріалу, оскільки це погіршить якість розділення. На відміну від стандартної робочої поверхні (без інтенсифікатора), робоча поверхня з сітчастим інтенсифікатором дозволяє збільшити подачу матеріалу без втрати якісних показників процесу. Запропонована форма сітчастого інтенсифікатора дає можливість більшому відсотку часинок з підвищеною густиною перерозподілитись до «важкої фракції» (ВФ) та потрапити у відповідний лоток вивантаження.

Для адекватного проектування геометричних розмірів робочої поверхні з сітчастим інтенсифікатором, розроблено математичні моделі руху насінневих матеріалів, результат розв'язку деяких наведено на рис. 2.

Теоретичне моделювання процесу очищення та розділення насінневих матеріалів (на прикладі насіння пшениці) дозволяє отримати траєкторії руху шарів матеріалу різної густини. Маючи траєкторії та швидкості руху шарів насіння різної густини можна ефективно розраховувати та геометричні розміри робочої поверхні з сітчастим інтенсифікатором та прогнозувати і налаштувати лотки вивантаження фракцій відповідної густини.



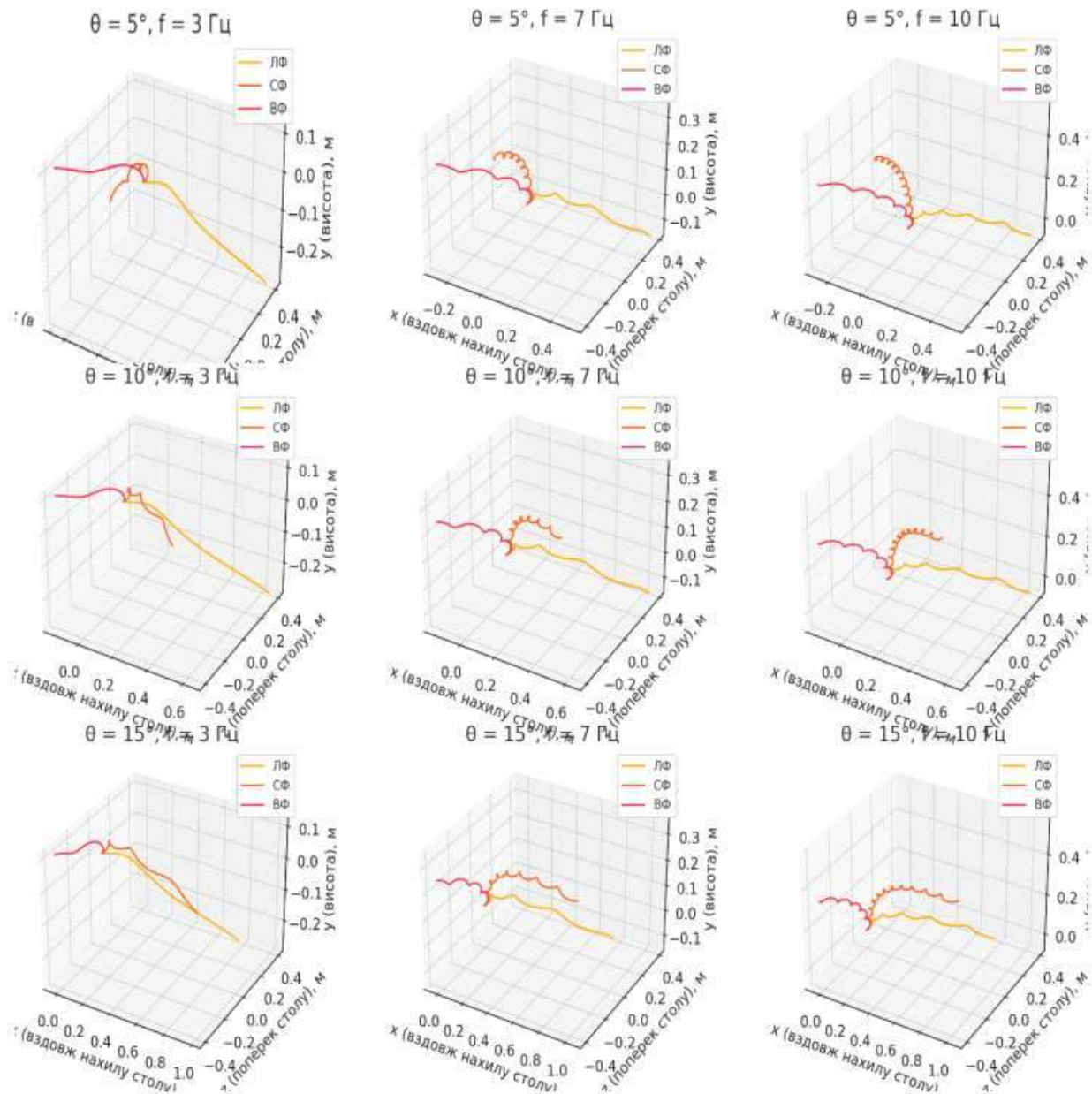


Рис. 2 Траєкторії руху насіннєвого матеріалу пшениці по робочі поверхні пневмосепарувального столу

### Список використаних джерел

1. Дерев'янюк Д.А. Вплив технічних засобів та технологічних процесів на травмування і якість насіння: монографія. Житомир: «Полісся», 2015. 774 с.
2. Бредихін В.В., Богомолов О.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Сліпченко М.В., Іващенко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом: монографія. Харків, 2023. 401 с.
3. Степаненко С.П., Котов Б.І., Калініченко Р.А, Швидя В.О, Лісецький В.О. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна: монографія. Ніжин, 2017. 552 с.
4. Бредихін В.В. Наукові основи процесів вібропневматичного розділення насіннєвих матеріалів за густиною насіння: дис. ...докт.техн.наук: 05.05.11. Кропивницький, 2023. 451 с.

## STRENGTH ANALYSIS OF COMPOSITE STRUCTURES UNDER IMPACT LOADING

**A. Merkulova, Graduate Student**  
(IEMS of NASU, Kharkiv, Ukraine)

*Пропонується методика дослідження міцності шаруватих композитних елементів конструкцій сільськогосподарської техніки при ударі жорстким тілом, заснована на методі занурення.*

Unsteady processes in structural elements can be caused by short-term intense loads of various nature [1–3]. The complication of the working conditions of modern composite structures associated with impulse and shock loads, the variety of shapes of structural elements, and the use of new materials lead to the fact that the development of methods for solving problems on the stress-strain state of composite plates and shells of arbitrary shape is an urgent problem of structural dynamics [4, 5].

The paper proposes a methodology for studying the strength of laminated composite elements of agricultural machinery structures under impact with a solid body. The laminated elements are considered, which are made in the form of plates with a complex plan form consisting of orthotropic layers of constant thickness. The plate is assigned to the Cartesian coordinate system associated with the outer surface of the first layer and occupies a one-connected region on the coordinate plane bounded by a curved contour. It is assumed that the Timoshenko-type hypothesis is fulfilled for the package of layers. The stresses in the layers are determined by Hooke's law for an orthotropic body [6, 7]. The forces and moments are determined by integrating the corresponding components of the stress tensor along the thickness of the plate.

The equations of motion of the structural element and boundary conditions are derived from the variation principle. When solving the problem of impact interaction of the indenter with the structure, the system of equations of motion is supplemented by the equation of motion of the indenter, as well as the condition of joint displacement of the indenter and the structure. The contact interaction is taken into account with the modified Hertz's law. The problem of the dynamics of a layered plate and a shell of arbitrary shape is solved by the immersion method [8, 9]. As a result, the problem is reduced to solving a system of ordinary differential equations of the second order with respect to the coefficients of the expansion of displacement functions into Fourier series. The resulting system is integrated by expanding the solution into a Taylor series.

As a representative example, the vibrations of a three-layer plate of orthotropic layers under impact with an indenter in the form of a steel ball are investigated. The impact is applied from the outer surface of the first layer of the plate. The shape of the plate plan is described by the Lamé equations. Comparison of the results of the calculation of deflections and normal stresses with the results obtained by the finite element method showed their good agreement, which confirms the reliability of the results. Despite the high level of impact load intensity, the stresses did not exceed their permissible values, which makes it possible to predict the performance and reli-

ability of such an element during its operation under real load conditions.

Thus, a methodology has been developed for studying transients in layered composite plates with a complex planform, which takes into account the geometry of the region at the analytical level, which increases the accuracy of the results obtained. The proposed methodology can be used in the design of laminated structural elements of agricultural machinery under unsteady loads of various nature.

### References:

1. Karaiev A., Strelnikova E. Axisymmetric polyharmonic spline approximation in the dual reciprocity method. *ZAMM – Journal of Applied Mathematics and Mechanics / Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*. 2021. Vol. 101, No. 4, P. e201800339
2. Gontarovskiy P., Smetankina N., Garmash N., Melezhyk I. Numerical analysis of stress-strain state of fuel tanks of launch vehicles in 3D formulation. *Lecture Notes in Networks and Systems. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2020*. Springer, Cham, 2021. Vol. 188. P. 609–619.
3. Merculov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.
4. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угрімов С.В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатошарового оскління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон, 2016. № 3(58). С. 408–413.
5. Shupikov A.N., Smetankina N.V., Sheludko H.A. Selection of optimal parameters of multilayer plates at nonstationary loading. *Meccanica*. 1998. Vol. 33, No. 6. P. 553–564.
6. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Misura S.Yu., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Optimal design of layered cylindrical shells with minimum weight under impulse loading. In: *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2021. P. 506–509.
7. Шелудько Г.А., Шупіков О.М., Сметанкіна Н.В., Угрімов С.В. Прикладний адаптивний пошук. Харків: Око, 2001. 191 с.
8. Smetankina N., Malykhina A., Merkulov D. Simulating of bird strike on aircraft laminated glazing. *MATEC Web of Conferences*. 2019. Vol. 304. P. 01010-01016.
9. Smetankina N., Kravchenko I., Merculov V., Ivchenko D., Malykhina A. Modelling of bird strike on an aircraft glazing. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering. Series "Advances in Intelligent Systems and Computing"*. Springer, Cham, 2020. Vol.1113. P. 289–297.

## ASSESSMENT OF THE RELIABILITY LEVEL OF POWER SYSTEMS BASED ON STATISTICAL METHODS

N. Smetankina, Doctor of Technical Sciences, Professor;

D. Misiura, K. Kusenko, Students

(State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine)

*Методика розрахунку надійності енергетичних систем з урахуванням впливу керуючих впливів на основі статистичних методів збирання та аналізу дослідних даних представлена.*

The reliability of any object is determined by the ability of a technical system to perform certain required functions under specified operating conditions during a specific period of time without failures in the operation of the technological cycle [1–5]. Reliability studies of thermal power plants can be carried out separately or in combination of the work of functional subsystems. Reliability analysis is a standard tool for design, maintenance and operation of any functional unit. In this regard, it is possible to evaluate reliability indicators using a probabilistic approach.

The main fundamental problem in reliability analysis is the uncertainty in the occurrence and consequences of failures [6, 7]. Reliability has several meanings: probabilistic and deterministic. The probabilistic approach is based on statistical modeling of failures without detailing the causes [8, 9]. The deterministic approach identifies the cause of failure of a subsystem with the possibility of further prevention of repeated failure.

This work presents a methodology for calculating the reliability of power systems taking into account the influence of control actions on the basis of statistical models and experimental data processing methods.

The statistical model of reliability calculation taking into account control actions is based on the following assumptions. In case of failure to achieve the required level or other technical characteristic and identification of the cause of failure, constructive changes are carried out; product improvement is of complex nature, i.e. not only the element, the cause of failure of which is identified, but also other elements of the design, directly related to each other by functional dependence when the product performs the task. It should be borne in mind that changes in the design parameters of finalized elements are connected by correlation dependence with the element, the cause of failure of which is known, and directly affect the output characteristic of this element and thus indirectly affect the output characteristic of the product as a whole. During design and development of a new product, when statistical data are not available, functional dependencies and correlations are determined by calculations.

The control law is selected on the basis of practical considerations, and the desired dynamics of the output characteristic is determined using calculations of the reliability of this characteristic in the form of mean time between failures, failure rate, probability of failure-free operation and other parameters, represented as the change of function in time for a given period of operation. In case of their unrealizability, the control parameters obtained on the basis of the calculated data are corrected by carrying out additional calculations when changing the corresponding calculated parame-

ters or changing the dynamics of the output characteristic, as well as correcting the operating time.

If, after testing the retrofitted assembly or system to the same extent as before the retrofit, there is no failure for this type of retrofit, the retrofit is considered effective. If the failure for this type of rework is repeated, the failed element shall be replaced with a structurally new one and the test procedure shall be repeated.

The results obtained in the work can be used to improve the reliability of heat and electric power generation, including for agricultural machinery.

### References:

1. Merculov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.
2. Hontarovskiy P. P., Smetankina N. V., Garmash N. H., Melezhyk I. I. Analysis of crack growth in the wall of an electrolyser compartment. *Journal of Mechanical Engineering – Problemy Mashynobuduvannia*. 2020. Vol. 23. No. 4. P. 38–44.
3. Zaitsev B.P., Protasova T.V., Smetankina N.V., Klymenko D.V., Larionov I.F., Akimov D.V. Oscillations of the payload fairing body of the Cyclone-4M launch vehicle during separation. *Strength of Materials*. 2020. Vol. 52, No. 6. P. 849–863.
4. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Misura S.Yu., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Optimal design of layered cylindrical shells with minimum weight under impulse loading. In: *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2021. P. 506–509.
5. Shupikov A.N., Smetankina N.V., Sheludko H.A. Selection of optimal parameters of multilayer plates at nonstationary loading. *Meccanica*. 1998. Vol. 33, No. 6. P. 553–564.
6. Gontarovskiy P., Smetankina N., Garmash N., Melezhyk I. Numerical analysis of stress-strain state of fuel tanks of launch vehicles in 3D formulation. *Lecture Notes in Networks and Systems. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2020*. Springer, Cham, 2021. Vol. 188. P. 609–619.
7. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угрімов С.В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатошарового оскління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон, 2016. № 3(58). С. 408–413.
8. Шелудько Г.А., Шупіков О.М., Сметанкіна Н.В., Угрімов С.В. Прикладний адаптивний пошук. Харків: Око, 2001. 191 с.
9. Smetankina N., Malykhina A., Merkulov D. Simulating of bird strike on aircraft laminated glazing. *MATEC Web of Conferences*. 2019. Vol. 304. P. 01010-01016.

УДК 631.363.3

**ДО ПИТАННЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ  
КУЛЬТУР ФЕРМЕРСЬКИМИ ГОСПОДАРСТВАМИ**Назаренко Єгор В'ячеславович, магістр; Сухонін Владислав Сергійович,  
магістр; Бондаренко Микита В'ячеславович, магістр*Державний біотехнологічний університет*

Метою дослідження є визначення ефективності технологічного процесу післязбиральної обробки зернових культур фермерським господарствами

Фермерські господарства, що вирощують зернові культури, повинні підвищувати рівень автоматизації та механізації навантажувально-розвантажувальних і транспортно-складських робіт для економічної стабільності [1]. Раціональне використання врожаю дозволяє отримувати максимальну кількість продукції. Сільське господарство є сезонним, тому потрібно зберігати врожай. Зерноток служить для зберігання, очищення та сушіння зерна.

Зерновий ток проектується на основі площі земель під зернові культури. Основні класифікації: продуктивність, навантаження, вид технологічних операцій. Важливо врахувати шляхи під'їзду автотранспорту для розвантаження та завантаження зерна, пропускні можливості вагової та лабораторії.

Максимальне середньодобове надходження зерна залежить від кількості комбайнів, їх моделі, урожайності зерна та коефіцієнта підвищення продуктивності за оптимальних умов збору [2]. Зерно, що надходить до зернотоку, часто не відповідає вимогам засміченості та вологості і потребує доробки. Зерновий ворох складається з зерна, соломи, полови, насіння квітів і сорних трав, мінеральних включень. Засміченість залежить від культури, умов збору та стану комбайнів. Існує правило очищення та сушіння зерна до вологості 14%. Виходячи з цього, розраховують потрібну кількість машин для первинної і вторинної обробки та сушарок. Вологість зерна може значно варіюватися, навіть на одному колоску. Наприклад, в озимій пшениці вологість у верхній частині колосу становить 15%, у середній – 18,1%, а в нижній – 23%.

Основною умовою успішного підвищення продуктивності праці є покращення рівня механізації навантажувально-розвантажувальних та транспортних робіт, удосконалення організації та якості виробництва. Комплексна механізація на зернотоках сприяє повному усуненню ручної праці при виконанні основних і допоміжних виробничих операцій. Завдяки комплексній механізації всі види робіт об'єднуються у єдиний технологічний процес, який здійснюється системою машин з однаковою або близькою продуктивністю. Поряд з комплексною механізацією на високопродуктивних зернотоках запроваджується дистанційне керування обладнанням та елементи автоматизації.

На токах широко застосовуються комплексні роботи з зерном, що включає повну механізацію технологічних процесів та транспортних зв'язків між окремими операціями. На багатьох зернотоках впроваджено метод механізованих поточних ліній, що передбачає виконання операцій технологічних процесів прийомки та обробки зерна у потоці від місця розвантаження до місця зберігання. На механізованих поточних лініях усувається нераціональне переміщен-

ня зерна та скорочуються витрати на проведення робіт, завдяки своєчасній очистці та сушінню покращується якість зерна.

Для обробки зерна використовуються різні типи транспортного обладнання: волокуші, стрічкові та скребкові транспортери, шнекові транспортери (ШВЗ-М, ТПШ-3М, ТЗШ), пневмотранспортуючі, гравітаційні та інерційні установки. Найбільш поширені стрічкові транспортери завдяки простоті конструкції та легкості використання і технічного обслуговування. Секційні конструкції стрічкових транспортерів дозволяють переміщувати зерно на значні відстані, аж до 12 км. Основними недоліками стрічкових транспортерів є розвантаження тільки в крайній точці робочої вітки і висока вартість транспортуючої стрічки. Скребкові транспортери мають перевагу можливості розвантаження на будь-якій ділянці нижньої робочої вітки.

Для розвантажування стрічкових, скребкових та шнекових транспортерів використовуються спеціальні розвантажувальні візки, такі як ТСЗ, ТГС-500, ТГО-600 та інші.

На вітчизняних зернотоках широко використовують весь спектр транспортно-розвантажувального обладнання. При проектуванні важливо враховувати продуктивність і віддавати перевагу пересувним транспортуючим машинам для енерго- та ресурсозбереження. Гравітаційне обладнання знижує енергоспоживання та собівартість. Через запиленість повітря доцільно використовувати пневмотранспортуюче обладнання. Якість первинної очистки та собівартість процесу залежать від продуктивності й характеристик обладнання, а також від оптимізації транспортно-розвантажувального комплексу.

#### **Список використаних джерел**

1. Тищенко Л.М. Інтенсифікація сепарування зерна: монографія. Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2004. 222 с.
2. Бредихін В.В. Шляхи підвищення економічної ефективності процесу підготовки насінневого матеріалу. Український журнал прикладної економіки та техніки. Західноукраїнський національний університет. 2023. № 3. С. 109 – 144. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-2-15>

УДК 629.331:629.017

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ФІЛЬТРУВАННЯ  
ПОВІТРЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН**Ружи́ло З. В., к.т.н., доц., Новицький Ю. А., аспірант  
НУБіП України, м. Київ, Україна

*The methodology makes it possible to increase the reliability of self-propelled mixers and provide a methodical approach to the formation of the operability of filtration subsystems. It is promising to use information and structural redundancy to improve the reliability of filtration systems.*

Сучасні транспортно-технологічні машини (ТТМ) мають покращені експлуатаційні характеристики, включаючи високу ефективність використання та експлуатаційну надійність. Досвід використання ТТМ та інтенсивність їх експлуатації в Україні інтенсивно зростає, а наявна система технічного обслуговування та ремонту потребує уточнення та корегування періодичності виконання робіт [1].

До складу ТТМ можна віднести самохідні змішувачі SPW INTENSE 2 CS, які представляють сучасні засоби для приготування і роздавання кормів від компанії KUHN [1]. Як зазначено в нормативно технічній документації, невід'ємною складовою змішувача SPW INTENSE 2 CS при забезпеченні його ефективного використання та забезпечення надійності є інструкція на експлуатацію, в якій представлена інформація з передпродажного та сезонного обслуговування, ТО і ремонту, встановлення на зберігання.

Проаналізовані системи фільтрації повітря змішувача SPW INTENSE 2 CS, які впливають на формування надійності машини. До складу таких систем фільтрації змішувача входять: система фільтрування кабіни; система фільтрування ДВЗ; система фільтрування агрегатів. Роботу підсистеми фільтрування агрегатів змішувача забезпечують наступні комплекси: фільтр дозування палива; елементи фільтрування ведучого мосту; елементи фільтрування гідравлічної системи.

Проведеними дослідженнями встановлено, що одним із резервів забезпечення показників надійності та ергономічності змішувача ТТМ SPW INTENSE 2 CS поряд з контролем технічного стану та дотриманням періодичності заміни елементів фільтрації кабіни, є обґрунтування комплексу заходів з резервування для забезпечення працездатності [2].

Список літератури

1. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружи́ло З. В., Новицький Ю. А. (2018). Повітряні фільтри салонів транспортних засобів. Agroexpert. №2. ТОВ «Аграр Медіен Україна». С. 82–84.
2. Novitskyi, Yu. (2024). Ensuring the reliability of filtration systems for transport and processing machines by redundancy. Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 20(4),85-95. <https://doi.org/10.31548/dopovidi/3.2024.85>.



## ІННОВАЦІЙНІ НАДІЙНІ ПІДХОДИ В ПРОЦЕСАХ КОРМОПРИГОТУВАННЯ В ТВАРИННИЦТВІ

Науковий керівник – к.т.н., доцент, Семенцов В.В.  
Погорілий А.Л., Сотніков Д.О. – магістранти, (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*In this work are given the ways of improvement of processes of food preparing in animal husbandry by means of dilution of friable forages and main directions of this means implementation.*

**Key words:** elements, combined food, gravity forces, preparing.

Важливою передумовою високоякісного використання концентрованих кормів у виробництві продуктів тваринництва є їхнє збагачення вітамінами, мікроелементами, амінокислотами та мінеральними речовинами (відповідно до планованої продуктивності). Це стає особливо актуальним при промисловому утриманні тварин та птиці, коли вони ізольовані від навколишнього середовища, і корм стає головною ланкою, яка пов'язує тварин із довкіллям.

Отже, постає необхідність у розробці таких дозуючих пристроїв, що здатні функціонувати у широкому діапазоні змін їхньої продуктивності, враховувати різні фізико механічні властивості компонентів, відрізнятися простотою конструкції, високою технологічною надійністю, легкістю налаштування на задану продуктивність, мати невисоку вартість і, що важливо, низьку енергоємність. Внаслідок виконаних аналітичних досліджень способів дозування сипких матеріалів і конструкцій дозаторів, ми дійшли висновку, що задля зменшення енергетичних витрат на процес дозування, як джерело енергії можна використати гравітаційні сили.

На нашу думку, для ефективного застосування гравітаційних сил в процесі дозування, сипучий матеріал потребує певних властивостей, які сприятимуть його витіканню. Досягнення такого ефекту можливе через його зрідження. Грунтуючись на цій гіпотезі, ми пропонуємо розробити конструкцію дозатора, де розрідження сипучого матеріалу відбуватиметься шляхом руйнування склепінь, що формуються над випускними отворами. Діаметри отворів повинні бути піді-

брані таким чином, щоб сприяти утворенню склепінь. Витікання корму, відповідно, буде забезпечуватися гравітаційними силами.

Руйнування склепінь над отворами пропонуємо здійснювати за допомогою робочих органів з малим енергоспоживанням. Це досягається за рахунок того, що не буде необхідності рухати всю масу корму в робочій зоні. Достатньо просто виконувати робочим органом коливання в зоні утворення склепінь з малою амплітудою і великою частотою. Витікання ж корму відбуватиметься за рахунок сили тяжіння. Для приводу таких робочих органів підійдуть мотори з малою потужністю.

**Список літератури:** 1. Modeling of the Dosing Process of Loose Fine-Dispersed Materials with a Sieve Dispenser [Electronic resource] / V. Sementsov, S. Kharchenko, S. Taras, S. Samborski, V. Voloshchuk, V. Sementsov, O. Maiorov, M. Nikolov // AIP Conference Proceedings : 30th Technical and Scientific Conference on Transport, Ecology - Sustainable Development, Hybrid, Varna, June 13-15, 2024. - Varna, 2025. - Vol. 3294, Issue 1. - Ст. 020016. - DOI 10.1063/5.0255757

2. Семенцов, Віталій Володимирович. Перспективи використання енергозберігаючих технологій кормоприготування у тваринництві [Текст] / В. В. Семенцов, В. М. Волощук // Інтеграція наукового потенціалу України в галузі тваринництва в європейський простір : Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та спеціалістів, м. Полтава, Ін-т свинарства і агропром. вир-ва Нац. акад. аграр. наук, 3 листоп. 2023 р. - Полтава, 2023

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВТОМНИХ ПОШКОДЖЕНЬ В ЗВАРНИХ З'ЄДНАННЯХ ВАЛ СЕПАРАТОРА – МАТОЧИНА БАРАБАНА

Свіргун О.А., к.т.н., доц., Савченко В.Б., к.т.н., доц.,  
Свіргун В.В., асп. PhD, Іванова Т.С., магістрант.  
(ДБТУ, м. Харків, Україна).

*Abstract. The article discusses the impact of residual stresses and possible weld defects on the durability of welded joints*

На попередніх етапах дослідження розглядався один окремих тип сепаратора при одному варіанті навантаження. Дослідження показали певні недоліки конструкції. Був проведений аналіз напружено-деформованого стану як барабана в збірці, так і вала барабана при різних варіантах завантаження. Виявлені слабкі місця конструкції [1-3].

Розрахунки валу при статичному навантаженні показують, що при прийнятій розрахунковій схемі, вал має значний запас міцності. Для статичного навантаження такий коефіцієнт запасу можна вважати достатнім. Але, враховуючи вплив повторно-змінних навантажень, які виникають при обертанні вала, цього може бути недостатньо. Тому, необхідно зробити розрахунок, який визначає достатність коефіцієнту запасу при циклічному навантаженні.

Розрахунок елементів на втому повинен базуватися на аналізі та врахуванні всіх режимів навантаження даної машини в умовах експлуатації. При цьому під режимом навантаження конструкції машини розуміють характер зміни, значення і повторюваність змінних впливів, які сприймаються машиною, а під режимом навантаження зварного з'єднання або елемента конструкції – характер зміни, значення і повторюваність змінних номінальних напружень в перетині, що перевіряється.

Вал сепаратора не можна розглядати як гладкий, оскільки в місцях кріплення барабана до валу мають місце кільцеві шви. Вал виготовлений з сталі 30ХГСА. Її особливістю є значна чутливість до концентрації напружень, яка виникає в місцях зварки.

При розрахунках на витривалість зварних з'єднань виникають дві проблеми.

У зварних з'єднань тріщини з'являються зазвичай або в місці переходу від основного до наплавленого металу, або на поверхні наплавленого металу у дефектів зварного шва. В обох випадках локальні механічні властивості металу в місці зародження тріщини відрізняються від механічних властивостей пластин з прокатною поверхнею, на яких визначається опорне для розрахунку значення межі витривалості  $\sigma_1$ .

У зварних з'єднань зазвичай важко визначити значення радіусу кривини концентратора в місці очікуваного виникнення втомної тріщини. Часто величина цього радіусу має великий розкид. Це відноситься як до місць переходу від основного до наплавленого металу, так і до конфігурації дефектів в металі шва.

Радіус вершини таких дефектів, як і не провар кореня шва, пори, шлакові включення, та інші, зазвичай може бути вказаний тільки у вигляді достатньо широкого інтервалу можливих значень.

З метою обійти ці труднощі використовують два підходи до розрахунків стадії зародження втомних тріщин в зварних з'єднаннях.

Підхід, заснований на номінальних напруженнях: зварне з'єднання вибраного типу розглядається як «чорна скринька», про який відомі тільки величина циклічних номінальних (обчислюваних за правилами опору матеріалів) напружень, і число циклів, при якому завершена стадія утворення втомної тріщини (довжина тріщини дорівнює 2-3 мм). Та локальний підхід, заснований на уявленні про конструктивні напруження: на основі експериментальних вимірів тензодатчиками (або на основі обчислень розподілу напружень методом скінчених елементів) визначаються умовні конструктивні напруження, які не включають вплив радіусу закруглення надрізу. Далі, обчислене для небезпечної точки конструкції значення конструктивного напруження порівнюється з граничним значенням цих напружень, яке визначається при випробуваннях серії зварних зразків.

Одним з значних чинників, що впливають на опір втомі з'єднань, є залишкове напружене поле в зоні шва. В наслідок різкого температурного перепаду, структурних змін і пластичної деформації, в зонах зварних з'єднань виникає значне залишкове напруження, величина якого може досягати і навіть істотно перевищувати межу текучості вихідного матеріалу.

Роль залишкового напруження в опорі втомі зварних з'єднань різко збільшується із зростанням концентрації напружень. У цих випадках залишкове напруження може змінювати величину меж витривалості у декілька разів як у бік підвищення (при сприятливому стискувачому залишковому напруженні), так і у бік пониження (при несприятливому залишковому напруженні). Довговічність зварних з'єднань може змінюватися при цьому в десятки разів.

### Література.

1. Савченко В. Б., Свіргун О. А., Свіргун В. В., Марченко М. В. Розрахунок вала барабана сепаратора. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – 192

2. Свіргун О.А, Савченко В.В, Свіргун В.В, Мазко І.Р Оцінка статичної міцності барабана сепаратора. Проблеми надійності та міцності машин і споруд: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 11-12 травня 2023 р. Харків: ДБТУ, 2023. С. 38-40.с

3. Свіргун О. А., Савченко В. Б., Свіргун В. В., Іванова Т. С. Дослідження можливостей конструктивного удосконалення барабану зернового сепаратора. Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 листопада 2024 р.; Держ. біотехнологічний ун-т. Харків, 2024. С. 559-561.

## ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ КРІПЛЕННЯ РЕЙКИ ДО ЕСТАКАДИ ДЛЯ БЕЗБАЛАСТНОЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

Петров А.М., к.т.н., доцент; Сергєєва А.М., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The work proposes a design for fastening rails to an overpass for ballastless railway tracks, which increases the reliability and durability of railway track operation.*

Існуючі способи кріплення рейок у безбаластній конструкції шляху за кордоном і в нашій країні є багатодетальними і витрачається багато металу. У нашій країні для усунення цих недоліків запропоновано контейнерне кріплення рейок безпосередньо з прогоновими будовами. Така конструкція дозволяє укладати без-стиківий шлях, укладати шлях у кривих, стійка проти викиду і при сході рухомого складу з рейок. Але ця конструкція має той недолік, що контейнер вставляється в паз прогонової будови, а прогонова будова під дією динамічних навантажень швидко руйнується. Заміна прогонової будови дорога і трудомістка робота вимагає значних «вікон».

Для усунення швидкого руйнування прогонової будови запропоновано кріплення «контейнер у контейнері», де відсутнє безпосереднє прикріплення рейок до прогонової будови, а є залізобетонний контейнерний вкладиш, для заміни якого потрібно значно менших грошових і трудових витрат. Крім цього при необхідності можна проводити заміну тільки рейок, залишаючи контейнерний вкладиш. Таке кріплення також дозволяє укладати безстикову колію, укладати колію у кривих, колія стійка проти викиду і при сході рухомого складу з рейок.

Одним з недоліків такого кріплення, так само як і контейнерного, є те, що воно вільно може переміщатися вгору і тримається тільки за рахунок сил тертя і власної ваги рейки і вкладиша. При великих динамічних навантаженнях, які викликають значні коливальні процеси, може відбуватися підняття контейнера і контейнерного вкладиша при цьому порушується стабільність колії.

Безбаластна колія повинна:

- виключати необхідність жорсткого зв'язку залізобетонної підрейкової основи (прогонової будови) з рейкою;
- допускати можливість заміни підрейкової основи без порушення цілісності рейкових ниток;
- виключати необхідність використання важких колійних машин при ремонтах колії із заміною підрейкової основи;
- допускати можливість використання легких засобів механізації (типу дрезин з краном вантажопідйомністю до 1т і вильотом стріли не менше 1,5м) для заміни підрейкової основи, а також технологій та засобів механізації для заміни батогів;
- мати відкритий на всю висоту знімних елементів підрейкової основи простір між рейковими нитками, розділений на пішохідну доріжку і водозбірний лоток, що полегшує поточне утримання та ремонт колії;
- виключити поняття «капітальний ремонт», замінивши його «поелемен-

тною заміною підрейкової основи та рейкових пліток»

- передбачати використання безпідкладкового проміжного скріплення переважно безрізьбового, що допускає регулювання рейкової плітки по вертикалі до 10мм, поперек колії;

- мати перехідний електричний опір не нижче 1,5 Ом. км.

З цією метою робиться спроба запропонувати таку конструкцію, в якій була б мінімальна кількість деталей і металу, конструкція повинна бути стабільною, довговічною, з незначними витратами на поточний утримання шляху, з мінімальними витратами при ремонтах.

Вузол кріплення рейки до естакади виконано у вигляді «контейнер у контейнері». Для закріплення рейки застосовується блок 1, а для усунення безпосереднього контакту рейки та прогонової будови укладається блок 2. Для закріплення блока 1 від вертикального переміщення служить заставний болт з шайбою, перешкоджаючий переміщенню рейки уверх, а також запобігає вільному переміщенню вгору блоку 2. Між рейками та блоками укладаються прокладки з гуми, просоченої деревини, або іншого пружного матеріалу. Прокладки до монтажу конструкції приклеюються епоксидним, або іншим клеєм. Конструкція блоків виконана таким чином, що вони можуть вільно вставлятися та вийматися при монтажу та ремонті.

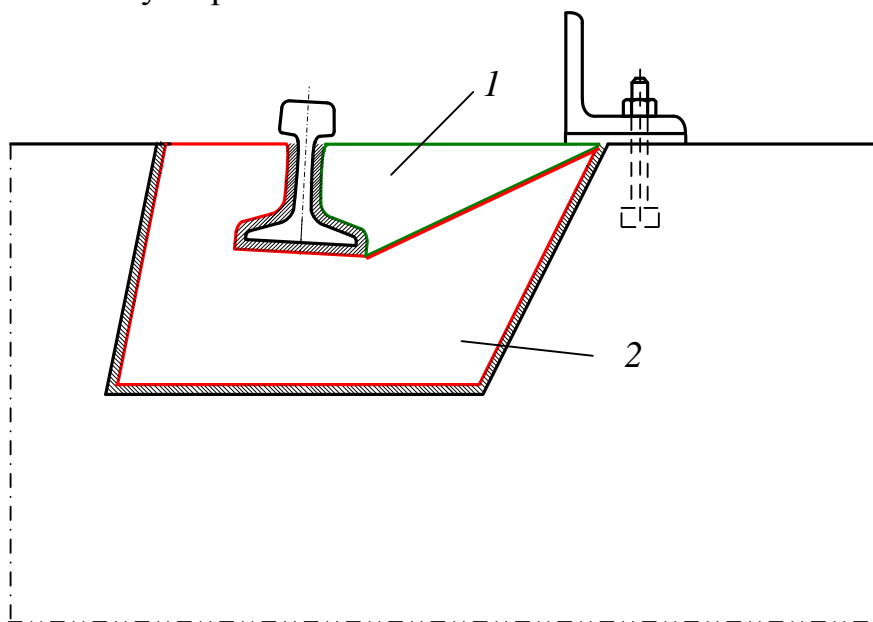


Рис.1. Вузол кріплення рейки до естакади

Перевагами запропонованого вузла є те, що він забезпечує якісний контакт рейок і коліс, проста у застосуванні, має мінімальну кількість деталей та металу, є стабільною та довговічною, з незначними затратами на поточне утримання, та мінімальними затратами при ремонті, не потребує для її виготовлення замонолічування рейки у конструкцію безбаластної колії на естакадах, що значно зменшує як матеріальні, так і трудовозатрати на її виготовлення та демонтаж при ремонті.

## ВИКОРИСТАННЯ AUTODESK INVENTOR У КОНТЕКСТІ ІНДУСТРІЇ 4.0: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙНОСТІ ВИРОБНИЦТВА

Солодовник Е.В., студент  
керівник - к.т.н., доцент Марченко М.В.  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Introduction to Industry 4.0 and the role of 3D modeling. Autodesk Inventor capabilities in the context of Industry 4.0. Integration with other Industry 4.0 technologies. Benefits of using Autodesk Inventor for enterprises.*

### **Вступ до Індустрії 4.0 та роль 3D-моделювання**

Індустрія 4.0 характеризується інтеграцією цифрових технологій у виробничі процеси, створюючи "розумні фабрики". 3D-моделювання відіграє ключову роль у цій трансформації, забезпечуючи точне проектування та візуалізацію виробів перед їх фізичним виготовленням.

### **Можливості Autodesk Inventor у контексті Індустрії 4.0**

Autodesk Inventor надає інженерам інструменти для параметричного та вільного моделювання, симуляції та документації, що відповідає вимогам сучасного виробництва. Його інтеграція з іншими рішеннями Autodesk сприяє створенню єдиного цифрового середовища для проектування та виробництва.

### **Інтеграція з іншими технологіями Індустрії 4.0**

Autodesk Inventor може бути інтегрований з технологіями Індустрії 4.0, такими як Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект (AI), для створення "розумних" виробничих систем. Це дозволяє здійснювати моніторинг та оптимізацію процесів у реальному часі.

### **Переваги використання Autodesk Inventor для підприємств**

Використання Autodesk Inventor сприяє зниженню витрат на розробку, скороченню часу виходу продукту на ринок та підвищенню якості продукції. Крім того, цифрові моделі спрощують комунікацію між відділами та зменшують кількість помилок при передачі даних.

### **Висновок**

Autodesk Inventor є потужним інструментом для реалізації концепцій Індустрії 4.0, забезпечуючи підприємствам можливість адаптуватися до сучасних викликів виробництва та залишатися конкурентоспроможними на глобальному ринку.

Ці тези підкреслюють важливість впровадження сучасних 3D-CAD інструментів, таких як Autodesk Inventor, для досягнення успіху в епоху Індустрії 4.0.

## КУПОЛЬНІ БУДИНКИ. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КАРКАСУ.

Свіргун О.А., доц., к.т.н, Черноног А.Ю., студентка, Свіргун В.В., аспір. PhD, (ДБТУ, м. Харків, Україна).

*Abstract: in the article are given the features of the geometric and physical properties of geodesic domes, outlined features of their construction. The actual questions and calculation features domes Fuller are considered.*

Геодезичний купол - це напівсферична конструкція «решітка-оболонка» [1].



Рис. 1. Купольний будинок. [2].

Жорсткі трикутні елементи купола розподіляють навантаження по всій конструкції, завдяки чому геодезичні куполи здатні витримувати великі навантаження для своїх розмірів. Завдяки цій властивості геодезичний купол добре сприймає снігові та вітрові навантаження, має більшу жорсткість та стійкість. А це дуже важливо для місцевостей, в яких трапляються сильні вітри та інші екстремальні погодні умови.

В Україні геодезичні куполи теж почали з'являтися протягом останнього десятиріччя. Це, наприклад, купольні будинки фірми Ecorod , Cupol-Space(м. Івано-Франківськ) [2,3].

Ще одна перевага купольних будинків над звичайними прямокутними – це найбільша площа при найменшому периметрі. То чому ж такі привабливі конструкції не ввійшли масово в наше життя? Одна з причин – це складність аналітичного розрахунку подібних конструкцій на міцність та жорсткість.

Існує декілька варіантів розрахунків на міцність та жорсткість геодезичних куполів.

- Аналітичний розрахунок. Геодезичні купола наближено можна розраховувати як просторові ферми. Але, враховуючи велику кількість елементів



конструкції, трудомісткість таких розрахунків буде дуже великою.

- Чисельний розрахунок за допомогою комп'ютерних програм.
- Сучасні програмні комплекси. Проектування та розрахунки можна виконувати в ArchiCAD, AutoCAD, SolidWorks, САПФІР 3D (LIRA-CAD 2025), Ліра-САПР (LIRA-FEM 2025) [4].

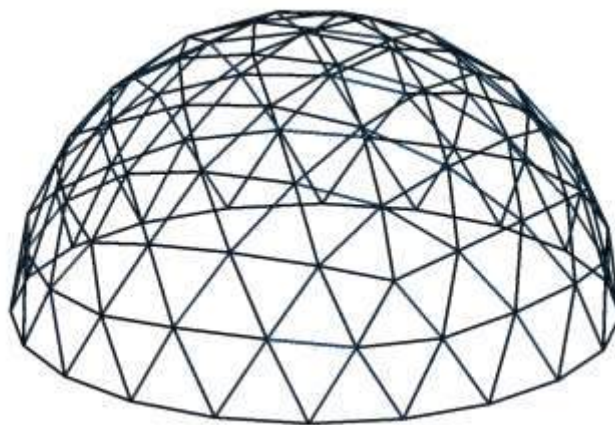


Рис.2 Модель геодезичного купола в Ліра-САПР

Крім складнощey з розрахунком, які тепер значно полегшуються використанням спеціальних будівельних комп'ютерних комплексів, є проблеми в виготовленні та збірці конструкцій. Наприклад, класичні посібники ще не мають достатньої інформації по вузловим конвекторам для з'єднань стрижнів купола. Тому їх розробляти та розраховувати теж треба за своїми методиками.

Вікна, двері та інші елементи будівлі не стандартні, що, в свою чергу, здорожує конструкцію.

На закінчення слід зазначити, що геодезичні куполи мають велику кількість переваг перед іншими типами несучих конструкцій покриття. А описані вище недоліки та складнощі характерні для всіх інноваційних проектів і можна змінити цю ситуацію лише набуттям досвіду в побудові куполів.

### Література.

1. Свіргун О. А., Чорноног А. Ю. Купольні будинки у сучасній архітектурі. Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті: матеріали XX Міжнар. форуму молоді, 4-5 квіт. 2024 р. Харків: ДБТУ, 2024. С. 339.
2. <https://cupol.space/variants/good-rest/> (дата звертання: 29.03.2025).
3. <https://ecopod.ua/blog/ecopod-projects-2024> (дата звертання: 29.03.2025)
4. Розрахунок стрижньових систем з ПК ЛІРА-САПР: навчально-методичний посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної, заоч. та дистанц. форм навч. інженерних спец.; Держ. біотехнологічний ун-т ; уклад.: О. А. Свіргун, М. В. Марченко, В. Б. Савченко, В. П. Свіргун. Харків : [б. в.], 2024. 152 с

### СЕКЦІЯ 3. СУЧАСНІ ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

#### ПЕРСПЕКТИВИ ЗБАГАЧЕННЯ МІКРОНУТРИЄНТАМИ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Богомаз І.М., магістрант, Бакіров М.П., к.т.н., доцент.  
(ДБТУ, Харків, Україна.)

*The problem of microelement and vitamin deficiency in nutrition and the prospects for enrichment of meat products are considered. An analysis of modern technological methods of enrichment is carried out. The results obtained can be used to develop new technological solutions in the food industry.*

У сучасних умовах збільшення захворюваності, пов'язаної з недостатністю мікроелементів та вітамінів, зростає інтерес до технологій збагачення харчових продуктів корисними речовинами. Розробка ефективних методів збагачення дозволить покращити якість харчування, знизити ризики виникнення дефіцитних станів у населення та сприяти загальному покращенню здоров'я. Використання інноваційних технологій у харчовій промисловості відкриває нові перспективи як для виробників, так і для споживачів. [1]

Сучасне споживання м'ясних продуктів вимагає не лише високої смакової якості, зовнішнього вигляду, невисокої вартості, але й забезпечення організму необхідними мікроелементами та вітамінами. Тому розробка, дослідження, збагачення продуктів харчування, а саме м'ясних продуктів є перспективним напрямком для підвищення біодоступності та стабільності мікроелементів і вітамінів у харчовій промисловості зокрема у галузі виробництва м'ясо та м'ясопродуктів. [2]

Збагачення м'яса та м'ясопродуктів дозволяє: покращити поживну цінність продукту; зменшити ризики виникнення дефіциту вітамінів та мінералів; підвищити конкурентоспроможність продукції на ринку. [3]

Основна мета нашої роботи – дослідження та розробка ефективних технологічних підходів до збагачення м'ясних продуктів мікроелементами та вітамінами з подальшою оцінкою їх впливу на органолептичні та поживні характеристики продукції.

Для досягнення мети були застосовані наступні методи:

- Літературний огляд. Аналіз наукових статей, патентної документації та досвіду виробників.
- Експериментальні дослідження. Випробування різних способів збагачення на зразках м'яса.
- Статистичний аналіз. Обробка отриманих даних з використанням сучасних статистичних методів. [4]

Під час дослідження нами було розглянуто декілька способів додавання мікронутрієнтів до м'ясних продуктів:

- Ін'єкційний метод. Введення розчинів, збагачених вітамінами та мінералами, безпосередньо у м'ясну масу.

- Маринування. Застосування спеціальних маринадів із додаванням мікроелементів та вітамінів.
- Інтеграція в склад сировини. Додавання мікронутрієнтів на ранніх етапах обробки м'яса.

Результати дослідження вмісту мікронутрієнтів представлено в табл.1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика методів збагачення м'яса

Показник	Традиційне м'ясо	Ін'єкційний метод	Маринування	Інтеграція
Вміст заліза (мг/100 г)	2.0	2.9	2.7	2.8
Вміст йоду (мг/100 г)	1,4	2.1	1.9	2.0
Вміст вітаміну гр. В (мкг/100 г)	1.2	1.9	1.6	1.8
Підвищення загального вмісту (%)	–	+45%	+38%	+40%
Вплив на органолептичні властивості	Стандарт	Незначне	Легке змінення	Незначне

Отримані дані свідчать збільшення вмісту заліза, йоду та вітаміну групи В у м'ясних продуктах після застосування різних методів збагачення.

Збагачення м'ясних продуктів мікроелементами та вітамінами дозволяє значно підвищити їх поживну цінність. Застосування різних методів збагачення має позитивний вплив на вміст мікронутрієнтів. Найбільш ефективними виявилися методи ін'єкційного введення та інтеграція в склад сировини, тим самим можна забезпечити максимальне підвищення поживної цінності без шкоди для органолептичних властивостей. Подальшим нашим дослідженням буде оптимізація технологічних параметрів та вивчення взаємодії компонентів при додаванні інших мікроелементів та вітамінів.

#### Список використаних джерел.

1. Bishnoi S., Jairath G., Rani M., Yadav S., Kumar P. Meat Products Enriched with Micronutrients / S. Bishnoi, G. Jairath, M. Rani, S. Yadav, P. Kumar // In: Kumar Pathera A., Kumar H., Yadav S. (eds) *Healthier Meat Products*. Springer, Cham, 2025.

2. Чернушенко О.О., Саєвич О.В., Островська Г.О. Шляхи збагачення харчових раціонів студентів біогенними елементами / О.О. Чернушенко, О.В. Саєвич, Г.О. Островська // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2022. – № 1 (1363). – С. 54–60.

3. Сімахіна Г., Науменко Н. Здобутки і перспективи впровадження інновацій у харчовій промисловості України / Г. Сімахіна, Н. Науменко // *Граль Науки*. – 2021. – № 5. – С. 109–115.

4. Москалюк О. Є., Гащук О. І., Литвиненко Д. Ю. Перспективи створення м'ясних продуктів, збагачених функціональними компонентами / О. Є. Москалюк, О. І. Гащук, Д. Ю. Литвиненко // Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції : Міжнародна науково-технічна конференція, 7–8 листопада 2017 р. – Київ : НУХТ, 2017. – С. 238–239.

УДК 631.632

**ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ  
СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ ПРОСА НА ГРАВІТАЦІЙНОМУ УДАРНОМУ  
СЕПАРАТОРІ**

Богомолів О.В., д. т. н, професор, Михайлов В.М., д. т. н., професор,  
Богомолів О.О., аспірант, Панов В.О. аспірант, Осіпова Л.В., магістрант.  
(ДБТУ, м.Харків, Україна), e-mail: [bogomolov.ph@gmail.com](mailto:bogomolov.ph@gmail.com)

*Abstract. The issues of determining the rational parameters of cleaning a pile of millet seeds from the separated weed seeds of mouse and chickweed on a gravitational impact separator are considered. Regression equations are obtained, as a result of the solution of which two-dimensional sections of the response surfaces of the optimization parameters are constructed. As a result of the graph-analytical analysis of the obtained expressions, rational parameters of the value of the factors influencing the process of separating difficult-to-separate weed seeds are determined.*

В останні роки значно збільшилось виробництво проса, як в світі так і в Україні. В порівнянні з 2022 роком – 101.8 тис. т., в 2023 році зібрано 180.2 тис. т. проса, в 2024 році - 156,1 тис. т. з 89% посівної площі, тобто майже як і у 2023 році. Але перед виробниками проса виникають декілька проблем, пов'язаних з тим, що посіви проса засмічуються великою кількістю бур'янів, насіння яких при збиранні потрапляє у купу з насінням основної культури.

Для сепарації насіння проса застосовуються сепаратори загального призначення. На цих сепараторах відділяється значна кількість насіння бур'янів та домішок, які відрізняються від проса за розмірами, та аеродинамічними властивостями. Але на практиці просо також засмічується насіннями важковідокремлюваних бур'янів, які за розмірами та аеродинамічними властивостями близькі до насіння проса, це насіння мишію та курячого проса, тому якісна сепарація насіння проса від мишію та курячого проса має певні труднощі і без великих втрат насіння основної культури у відході на сепараторах загального призначення, з пневмо-решітно-триєрними робочими органами, на яких зазвичай очищають купу насіння проса неможлива[1].

Сепарація насіння проса є одним з основних етапів виробництва цієї культури, яка впливає на якість продукції, її рентабельність та конкурентоспроможність на ринку. Сепарацію насіння проса можна проводити за сукупністю фізико-механічних властивостей на ударних гравітаційних поверхнях, що сепарують. [2]

Для сепарації насіння проса авторами був розроблений гравітаційний багатоярусний ударний сепаратор, сепарація в якому здійснюється за різницею сукупності ознак фізико-механічних властивостей, а саме пружності, форми та фрикційних властивостей, схема якого представлена на рис.1.

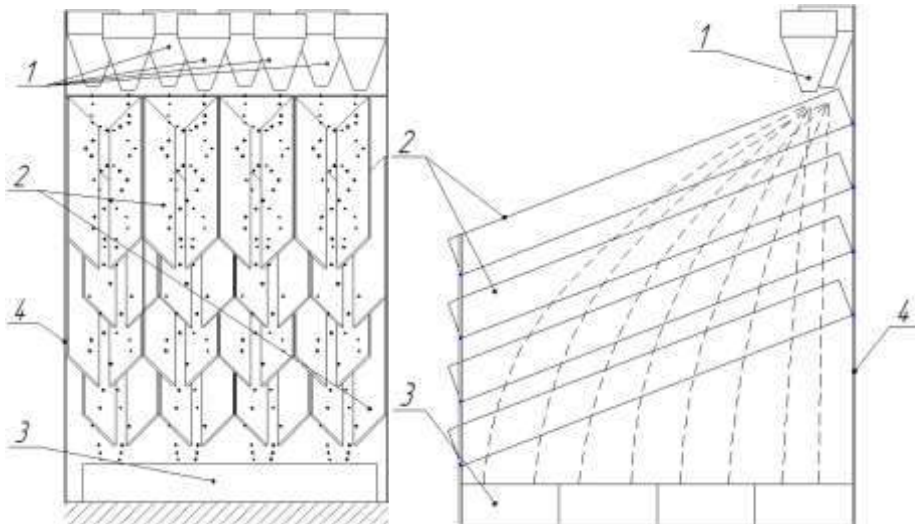


Рис. 1. – Принципіальна схема гравітаційного багатоярусного ударного сепаратора

Багатоярусний ударний сепаратор складається з живильного бункера 1, похилих у поздовжньо-поперечному напрямку неперфорованих дек 2 приймачів продуктів поділу 3 та корпусу 4.

Для проведення експериментів на розробленому сепараторі був обраний трирівневий некомпозиційний план Бокса - Бенкіна 2-го порядку. Для визначення факторів, які найбільше впливають на критерій оптимізації, застосований метод апріорного ранжирування [9]. В результаті виділено три основні фактори що варіюють:  $x_1$  – повздовжній кут  $\alpha$ , град.;  $x_2$  – подача зерна  $Q$ , кг/год.;  $x_3$  – повздовжній кут  $\beta$ , град.; Верхній та нижній рівні факторів були призначені з конструктивних міркувань і за результатами теоретичних досліджень.

Після підстановки коефіцієнтів регресії отримані наступні рівнинні:

$$y_1 = 21,84 + 0,29x_1 - 0,05x_2 + 0,18x_3 + 0,33x_1x_2 + 2,02x_2x_3 + 0,73x_1x_3 - 2,8x_1^2 - 0,98x_2^2 - 2,06x_3^2;$$

$$y_2 = 13,49 + 0,33x_1 - 0,18x_2 - 0,04x_3 + 0,26x_1x_2 + 1,31x_2x_3 + 0,15x_1x_3 - 1,95x_1^2 - 0,26x_2^2 - 1,55x_3^2;$$

Висновки. На підставі дослідження процесу виділення насіння бур'янів мишію та курячого проса на багатоярусному ударному сепараторі та визначені раціональні параметри сепарації за допомогою багатофакторного експерименту: повздовжній кут нахилу робочого органу  $3,6^{\circ}$  -  $3,8^{\circ}$ , подача зерна на робочій орган 47,5-51,7 кг/год., вихід очищеної фракції при цьому становить – 70%.

Список використаних джерел

1. Богомолів О.О. Сепарація насіння проса за дальністю відскоку після удару об похилу відбивну поверхню. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі. Вип.1.(35), 2024р.
2. Богомолів А.В. Сепарація труднорозделимых сыпучих смесей монографія.-Х.:ХНТУСХ им. П. Василенко. 2013.-308с.

УДК 631.362

**СЕПАРАЦІЯ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ ЗА ФРИКЦІЙНИМИ  
ВЛАСТИВОСТЯМИ БЕЗ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ НА ПРОЦЕС СЕПАРАЦІЇ**Богомолів О.В., д.т.н., професор, Бойко Є.В., аспірант, Неєлов Р.С., магістрант,  
Масалов І.О., магістрант, Білий Д.Р., магістрант.(ДБТУ, м. Харків, Україна), e-mail: [bogomolov.ph@gmail.com](mailto:bogomolov.ph@gmail.com)

*Abstract. The issues of cleaning grain mixtures from weed seeds and impurities that fall into a heap with the seeds of the main crop during harvesting are considered. The choice of grain mixture divisibility features, methods and technical means, taking into account the input parameters, is analyzed. The schematic diagram of a gravity separator with a cylindrical friction surface that separates, is proposed.*

Ключові слова. Сепарація, зерно, суміш, гравітаційний сепаратор, домішки.

В останні роки в Україні в зв'язку зі зниженням культури землеробства виникло декілька проблем, пов'язаних з тим, що посіви сільськогосподарських культур засмічуються великою кількістю бур'янів, насіння яких при збиранні потрапляє у купу з насінням основної культури. Для сепарації зернових сумішей застосовуються багато видів сепараторів [1, 2].

При цьому вибір технічних засобів очищення зернової суміші є завжди складною задачею. Це пояснюється тим, що для нинішнього вирішення цієї задачі надто багато вхідних параметрів, які відносять до сировини, що обробляється: вид зерна, наявність органічних та мінеральних домішок, їх фізико-механічні властивості, вологість тощо, а також конструктивних та режимних параметрів роботи зерно-очисних машин. Вихідними параметрами застосовують, як правило два, це продуктивність та якість сепарації, незважаючи іноді на високі енерговитрати. Але в останній час, в зв'язку зі стрімким подорожчанням електроенергії, а в деяких випадках її відсутності все гостріше постає питання розробки гравітаційних сепараторів, у яких на процес сепарації енергія зовсім не витрачається [2, 3], так званих гравітаційних сепараторів.

В останні роки розроблені прості за конструкцією гравітаційні ударні сепаратори, що працюють без втрат енергії на процес сепарації. Однак вони розроблені тільки в останні роки, на них отримано всього декілька патентів, науково-дослідні роботи з їх удосконалення продовжуються. А от гравітаційних фрикційних сепараторів, розроблено усього два види, це похилі скатні поверхні та гвинтові сепаратори «Змійка». Тому розробка нових видів фрикційних сепараторів є безперечно актуальною важливою задачею.

В роботі розглянуті питання очищення зернових сумішей від насіння бур'янистих рослин та домішок, які при збиранні врожаю потрапляють у купу з насінням основної культури. Проаналізовано вибір ознак подільності зернової суміші, способів та технічних засобів з урахуванням вхідних параметрів, які відносяться до сировини, що обробляється, а також конструктивних та режимних параметрів роботи зерноочисних машин. Показано, що найбільш ефективними сепараторами є гравітаційні сепаратори, в яких на процес сепарації

енергія не витрачається.

Запропоновано спосіб гравітаційної сепарації зернових сумішей за силою тертя під дією сили тяжіння при русі частинок по циліндричній криволінійній поверхні. Розглянуто рух матеріальної частинки по циліндричній поверхні гравітаційного сепаратора.

Приведена розрахункова схема руху частинки, та для різноманітних значень коефіцієнта тертя отримані залежності кутової координати точки відриву частинки від поверхні сепаратора та можливості відповідного розташування приймачів продуктів розподілу. Побудовані графіки залежності кутів  $\alpha$  та  $\beta$  від коефіцієнта тертя частинок суміші по циліндричній фрикційній поверхні. Запропонована принципова схема гравітаційного сепаратора з циліндричною фрикційною поверхнею, що сепарує.

Висновки. Таким чином проведений аналіз методів та способів очищення зернових сумішей від насіння важковідокремлюваних бур'янів показав можливість їх очищення за фрикційними властивостями. Запропонована та теоретично обґрунтована конструкція гравітаційного фрикційного сепаратора зернових сумішей. Отримана залежність кутової точки відриву частинки, що рухається по циліндричній поверхні сепаратора для різноманітних значень коефіцієнтів тертя, що дає можливість певного розташування відповідних приймачів.

#### Список використаних джерел

1. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В. та ін. Нукові основи ошадної підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. – Харків, Діса+: – 2023. – 408 с.
2. Богомолів А.В. Сепарація труднорозделимых сыпучих смесей. Монография: – Х.: ХНТУСХ им. П. Василенко. 2013. – 308 с.
3. Богомолів О.В., Михайлов В.М., Завгородній О.І. та ін. Шляхи зниження енергоємності процесів сепарації зернових сумішей. / Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі. Вип. 1 (35). 2024р.
5. Патент на корисну модель. 62244. Україна МПК (2011.01) B07 B13/00. Багатоярусний ударний сепаратор / Богомолів О.В., Богомоліва В.П., № 201014867; заяв 13.12.2010. опубл. 25.08.11, Бюл. №16.

## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ШВИДКОГО ПРИГОТУВАННЯ ТА КОНСЕРВОВАНИХ ОВОЧЕВИХ ПРОДУКТІВ

Шевченко А.О., Прасол С.В., к.т.н., доценти,  
Бондаренко Д.Ю., Пушкаш С.В., студенти  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Modern technologies for the production of instant food and canned vegetables were studied. Environmentally friendly packaging solutions, digital transformation of processes, and innovative approaches to raw material processing are promising.*

Сучасний ринок харчових продуктів переживає період активного розвитку, і попит на зручні, швидкі у приготуванні та довготривалі продукти зростає з кожним роком. Особливої уваги заслуговують такі напрямки, як виробництво продуктів швидкого приготування та консервованих овочевих продуктів, оскільки вони поєднують у собі передові технологічні рішення, сучасне обладнання та високі вимоги до якості. Отже, було розглянуто сучасні технології, обладнання та приклади їх застосування у виробництві майонезу, консервованого зеленого горошку та інших продуктів, а також перспективи подальшого вдосконалення цих галузей.

Однією з ключових тенденцій у виробництві продуктів швидкого приготування є використання високоефективних методів дегідратації, таких як сушка розпиленням, сублимаційна сушка та інфрачервоне випаровування. Наприклад, сублимаційна сушка, яка здійснюється за допомогою спеціальних ліофілізаторів, дозволяє зберегти до 95 % поживних речовин, кольору, аромату та смаку продукту, що робить її ідеальною для виробництва супів, каш, овочевих сумішей та інших продуктів швидкого приготування. Для цього використовуються сучасні лінії, такі як обладнання компаній GEA або SP Scientific, які забезпечують точний контроль температури, тиску та часу обробки. Важливу роль у цьому процесі відіграють автоматизовані системи управління, які дозволяють оптимізувати виробничі параметри для отримання найкращого результату.

У виробництві майонезу сучасні технології спрямовані на досягнення стабільної емульсії, тривалого терміну зберігання та збереження смакових якостей. Для цього використовуються високошвидкісні емульгатори та гомогенізатори, такі як обладнання Silverson або Ystral, які забезпечують рівномірне змішування олії, яєчного порошку, оцту та інших інгредієнтів. Сучасні лінії виробництва майонезу також включають автоматизовані системи пастеризації, які дозволяють знищити бактерії без втрати якості продукту. Важливим етапом є фасування, для якого використовуються асептичні машини, що заповнюють майонез у стерильні пакети або скляні банки з модифікованою атмосферою для подовження терміну придатності.

Ще одним важливим напрямком у виробництві продуктів швидкого приготування є використання автоматизованих ліній фасування, які дозволяють упаковувати продукт у герметичні пакети з модифікованою атмосферою. Ця технологія значно збільшує термін придатності продукції без використання шкідливих консервантів. Також активно впроваджуються роботизовані системи



палетування, які підвищують продуктивність та знижують витрати на логістику. Наприклад, компанії, що виробляють лапшу швидкого приготування, використовують повністю автоматизовані лінії, де процеси приготування, сушки, фасування та пакування відбуваються без участі людини, що значно зменшує ризик забруднення та підвищує ефективність.

У сфері консервування овочевих продуктів сучасні технології спрямовані на збереження максимальної кількості вітамінів, мінералів та натурального смаку. Одним з найпоширеніших продуктів у цій категорії є консервований зелений горошок. Його виробництво починається зі сортування та очищення сировини, для чого використовуються оптичні сортувальні машини, такі як TOMRA, які автоматично відбирають лише якісні горошини. Після цього горошок бланшують у спеціальних установках з паровою обробкою для збереження кольору та поживних речовин. Далі продукт розфасовується в банки або пакети, заливається розсолем і герметизується. Сучасні лінії консервування, такі як JBT FoodTech, забезпечують високу продуктивність та точність на кожному етапі.

Однією з найперспективніших технологій у консервуванні овочів є асептичне консервування, при якому продукт піддається короткочасній термічній обробці з подальшим швидким охолодженням і розфасуванням у стерильну тару. Цей метод дозволяє зберегти більше корисних речовин порівняно з традиційними методами стерилізації. Для цього використовуються асептичні запаювальні машини, такі як Tetra Pak A3/Flex або Scholle IPN, які забезпечують тривалий термін зберігання без втрати якості.

Також у консервуванні овочів все частіше застосовуються альтернативні методи стерилізації, такі як високий гідростатичний тиск (HPP) та обробка ультразвуком. Технологія HPP, що реалізується на обладнанні Hiperbaric, дозволяє знищити патогенні мікроорганізми без нагрівання, зберігаючи смак, текстуру та корисні властивості продукту. Це особливо важливо для таких продуктів, як консервований горошок, де збереження натурального кольору та смаку є ключовим фактором якості.

Таким чином, виробництво продуктів швидкого приготування та консервованих овочевих продуктів потребує інтеграції сучасних технологій та високо-ефективного обладнання. Інновації у сфері дегідратації, асептичного консервування, альтернативних методів обробки та автоматизації дозволяють створювати якісну, безпечну та конкурентоздатну продукцію. Майбутнє цих галузей пов'язане з подальшим впровадженням цифрових технологій, екологічно чистих упаковок та інтелектуальних систем управління виробництвом, що забезпечить сталий розвиток харчової промисловості.

**Список літератури.** 1. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review. *Journal of Food Engineering*, 49(4), 311–319. URL: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00228-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00228-4).

2. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. Dickinson, E. (2003). Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*, 17(1), 25–39. URL: [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(01\)00120-5](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(01)00120-5).

УДК 631.362

**СЕПАРАЦІЯ ВАЖКОРОЗДІЛЬНОЇ СУМІШІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ І ЯЧМЕНЯ НА ВІБРОФРИКЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОЗДІЛЕНИХ ФРАКЦІЙ**

Богомолів О.В., д.т.н., професор, Бочарніков І.О., аспірант, Бібленко О.С., магістрант, Карпенко А.С., магістрант, Козлюк В.М., магістрант, (ДБТУ, м. Харків, Україна), e-mail: [bogomolov.ph@gmail.com](mailto:bogomolov.ph@gmail.com)

*Abstract. The feasibility of using a vibrofriction separator for separating grain mixtures of wheat and barley is substantiated. It is recommended that the fractions obtained after separation of the grain mixture be combined into three streams, depending on the quantitative composition of wheat and barley grains, and used for seeds or for the production of flour mixtures.*

Після збирання і попереднього очищення зернова суміш містить певну кількість пошкоджених, дефектних і дрібних зернин основної культури, зернин інших культур та бур'янистих рослин, а також деяку частку органічних і мінеральних домішок, наявність яких, особливо підвищеної вологості, суттєво погіршує якість зернової суміші і впливає на кількісно-якісні показники під час зберігання. Тому своєчасне і якісне очищення зернової суміші є одним із визначальних чинників, які забезпечують високу ефективність виробництва насіння і зерна для промислового використання в переробній і харчовій промисловості [1].

Очищення зернової суміші має на меті, перш за все, забезпечення необхідної якості під час використання зерна для виготовлення круп і борошна, бо в окремих випадках, зважаючи на засміченість насінням отруйних бур'янів, зернова суміш стає непридатною для промислової переробки [2,3]; також якісне очищення зернової суміші поліпшує умови зберігання зерна, знижує вартість транспортних витрат за рахунок звільнення транспортних засобів від перевезення частини сміття в зерновій масі; сприяє зменшенню зараженості зернової маси шкідниками, створенню більш сприятливих умов для її сушіння. Крім того, також особливо важливим є підвищення якості зерна для насінневих потреб. Відомо, що якісне насіння дає більший урожай з високими технологічними параметрами зерна, яке є кращою сировиною для виробництва харчової продукції [2].

Також варто зазначити, що, з економічної точки зору, використання в харчовій промисловості, розділення на фракції важкороздільної зернової суміші, яка складається із двох найважливіших видів зерна пшениці і ячменю, є безсумнівно актуальним завданням.

В роботі розглянуто доцільність використання блочно-модульного сепаратора з вібраційними неперфорованими поверхнями для поділу важкороздільних зернових сумішей пшениці і ячменю за сукупністю фізико-механічних властивостей, який дозволяє ефективно і без втрат розділяти ці суміші на фракції. Доведено, що поділ суміші в такому сепараторі здійснюється за рахунок від-

мінності напрямків і величини швидкості вібропереміщення зерна пшениці і ячменя по робочих поверхнях сепаратора.

Встановлено, що на ефективність розділення важкороздільних зернових сумішей з урахуванням їх фізико-механічних властивостей в блочно-модульному сепараторі впливають кут нахилу фрикційних робочих поверхонь, амплітуда і частота коливань, кут спрямованості коливань, поперечний і кут нахилу робочих поверхонь.

Визначено раціональні параметри процесу вібрації та кут нахилу фрикційних робочих поверхонь для поділу важкороздільних зернових сумішей, які становлять: амплітуда коливань  $A=0,9$  мм, частота коливань  $\omega=95$  с<sup>-1</sup>, кут спрямованості коливань  $\varepsilon=30^\circ$ , поздовжній кут нахилу робочих поверхонь  $\alpha=11^\circ$ , поперечний кут нахилу робочих поверхонь,  $\beta=2^\circ$ .

Рекомендовано фракції, що отримані після сепарації зернової суміші поєднувати в три потоки, залежно від кількісного складу зерна пшениці і ячменя та використовувати на насіння або для виробництва борошняних сумішей. Перший потік, що становить 58 % зернової маси, яка надійшла на сепарування, доцільно використовувати на насіння або для виробництва хлібопекарського пшеничного борошна. Другий потік, що становить 30% зернової маси, зі вмістом ячменя 15 % доцільно використовувати для виробництва полікомполімерної борошняної суміші при випічці спеціальних сортів хлібобулочних виробів. Третій потік, з виходом до 12 % від загальної зернової маси й вмістом зерна ячменя й пшениці у співвідношенні 2:1, рекомендовано для виробництва борошномельного продукту, використання якого доцільне при виробництві випечених напівфабрикатів з пісочного бісквітного тіста й інших харчових продуктів.

#### Список використаних джерел

1. Богомолів А.В. Сепарация трудноразделимых сыпучих смесей (научное обоснование энергосберегающих процессов и оборудования): монографія. – Х.: ХНТУСГ ім. П. Василенка. 2013. – 308 с.

2. Богомолів О.В. До розробки алгоритму аналізу та сепарації зернових сумішей.//Богомолів О.В., Кісь В.М., Лукьянов І. М. та ін. Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. Вип.207. Харків.- 2019. С.60-68.

3. Котов Б.І. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (очищення, сепарація, сушіння, активне вентильовання, охолодження): Колект. монографія / Котов Б.І. та ін.; Нац. акад. аграр. наук України. – Київ, 2017. – С. 504-551 .

## ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТУ

Карпенко Л.К., к.т.н., доцент, Вороніна А.Ю., Вороновський В.О.,  
здобувачі вищої освіти ( ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Yogurt production is a key sector of the dairy industry, actively developing due to automation, energy efficiency, and the implementation of advanced technologies. Improved quality control, the use of nanotechnology, and innovative fermentation methods contribute to increased production efficiency. This ensures product competitiveness and meets the growing consumer demand for healthy fermented dairy products.*

Виробництво йогурту є важливою складовою молочної галузі харчової промисловості. Це одна з підгалузей молочної промисловості, що спеціалізується на переробці молока та виготовленні кисломолочних продуктів шляхом бродіння із використанням спеціальних бактеріальних культур (термофільний стрептокок і болгарська паличка). Йогуртна продукція відіграє важливу роль у диверсифікації молочного ринку та забезпеченні населення здоровими кисломолочними продуктами з пробіотичними властивостями. Це один із найдинамічніших сегментів молочної промисловості, що постійно розвивається завдяки інноваціям у технологіях та підвищеному попиту на функціональні продукти харчування.

Сучасні технології виробництва йогурту вимагають не лише високоякісної сировини, але й досконалого обладнання, яке забезпечує ефективність процесу, контроль якості продукції та зниження витрат. Розглянемо основні напрями удосконалення обладнання для виробництва йогурту та технологічні інновації.

Автоматизація виробничих процесів є ключовим елементом сучасного обладнання для виробництва йогурту. Впровадження автоматизованих систем контролю дозволяє зменшити вплив людського фактору. Автоматизація знижує ризик помилок, пов'язаних із втручанням персоналу, забезпечує стабільність процесу.

Автоматизовані системи можуть підтримувати оптимальні температурні та вологісні умови, що є критично важливим для ферментації йогурту. Відкриваються нові можливості для моніторингу та управління виробничими процесами. За допомогою сенсорів та аналітичних платформ можна збирати дані в реальному часі. Це дозволяє здійснювати моніторинг критичних параметрів, таких як температура, рН і в'язкість та оптимізувати виробництво. Аналіз даних може виявляти закономірності та відхилення, що дозволяє вчасно коригувати технологічний процес.

Важливим напрямком удосконалення обладнання для виробництва йогурту є поліпшення енергетичної ефективності. Використання енергозберігаючих технологій у виробництві продукту може значно знизити витрати. Серед ключових напрямів це використання теплових насосів та утеплення обладнання. Застосування теплових насосів для обігріву та охолодження приміщень або для

підтримання технологічних параметрів виробничих процесів забезпечує значну економію енергії у порівнянні з традиційними системами, сприяє зниженню енергоспоживання, а ефективне утеплення трубопроводів та ємностей допомагає знизити теплові втрати.

Впровадження сучасних енергоефективних бойлерів, які використовують конденсаційні технології для підвищення ефективності спалювання пального, дозволить суттєво знижувати витрати на нагрів води.

Інтеграція відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі або вітрові генератори, може знизити залежність від традиційних джерел енергії та зменшити вуглецевий слід виробництва.

Системи контролю якості продукції на різних етапах виробництва є критично важливими. Так, розробка автоматизованих систем моніторингу дозволить швидко виявляти дефекти. Використання спектроскопії та інших методів аналізу може допомогти виявити відхилення у складі продукції. Автоматизовані системи можуть бути налаштовані на відповідність до міжнародних стандартів якості.

Упаковка йогурту також потребує удосконалення. Використання активних і розумних упаковок може подовжити термін зберігання. Активні упаковки, що містять антимікробні агенти, можуть зменшити ризик псування продукції.

Дуже важливим напрямком є покращення взаємодії зі споживачами молочної продукції. Так, розумні упаковки з QR-кодами чи NFC-мітками можуть надавати інформацію про продукт прямо на упаковці.

Впровадження нових нанотехнологій та використання наноматеріалів може покращити якість обладнання та продукції. Наприклад, це використання нанопокриття для стерилізації. Наноматеріали можуть бути використані для створення антимікробних покриттів на обладнанні.

Використання нанотехнологій може покращити консистенцію йогурту, роблячи його більш кремовим. Розвиток біотехнологій також має велике значення для виробництва йогурту. Використання нових пробіотичних культур може покращити смакові якості та значно підвищити корисні властивості йогурту. Інноваційні методи ферментації при низьких температурах можуть знижувати енергетичні витрати та покращувати якість продукту.

Сучасним та перспективним направленням в удосконаленні процесів виробництва кисломолочних продуктів є фортифікація продукції. А саме, збагачення дефіцитними нутрієнтами – додатковими вітамінами, наприклад вітаміном D та мінеральними речовинами – залізом, йодом та фтором, яких недостатньо в раціоні населення.

Таким чином, удосконалення обладнання для виробництва йогурту є багатогранним процесом, що охоплює автоматизацію, енергетичну ефективність, контроль якості та впровадження нових технологій. Інтеграція сучасних технологій не лише покращить якість продукції, але й забезпечить конкурентоспроможність виробництв у глобальному масштабі. Подальші дослідження та інвестиції в інновації допоможуть забезпечити стійкий розвиток галузі, задовольняючи потреби сучасних споживачів.

## ТЕХНОЛОГІЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Артамонова М.В., к.т.н, доцент (m7012068@gmail.com); Гавриш Т.В., к.т.н, доцент (gavrishtanya@ukr.net); Воронкін А.О. аспірант (filerkin.com@gmail.com), (ДБТУ, м. Харків, Україна)

**Анотація.** Робота присвячена дослідженню технології макаронних виробів із підвищеною харчовою цінністю. Дослідження підтвердили ефективність збагачення макаронних виробів нетрадиційними інгредієнтами, такими як порошок шипшини, овочеві та фруктові добавки. Це дозволяє підвищити їх харчову цінність, зокрема вміст білка, вітамінів та антиоксидантів, покращуючи текстуру і колір. Подібні інновації сприяють створенню функціональних продуктів, що відповідають сучасним споживчим очікуванням.

**Основний текст тез.** Сучасні тенденції розвитку харчової промисловості спрямовані на створення продуктів з покращеним харчовим складом, що задовольняють потреби населення у функціональному харчуванні. Одним із перспективних напрямів є розробка макаронних виробів підвищеної харчової цінності шляхом збагачення їх білками, вітамінами, мінералами та біологічно активними речовинами.

Основними методами збагачення макаронних виробів є додавання нетрадиційних видів борошна, зокрема борошна з бобових культур (горохове, сочевичне, нутове), лляного шроту, амарантового, конопляного та гречаного борошна. Використання цих видів борошна дозволяє збільшити вміст білка, незамінних амінокислот, харчових волокон та поліненасичених жирних кислот у готовій продукції [1,2].

Також перспективним напрямом є використання порошку з овочів та фруктів, що забезпечує збагачення макаронних виробів вітамінами та мінералами. Наприклад, додавання порошку моркви або гарбуза підвищує вміст  $\beta$ -каротину, а порошок буряка додає природні антиоксиданти та харчові волокна [3].

Додавання виноградної шкірки, яка багата поліфенолами та клітковиною, сприяє покращенню текстури, водопоглинання та вмісту резистентного крохмалю в макаронних виробках. Дослідження підтверджують її потенціал для створення функціональних продуктів, що відповідають сучасним споживчим очікуванням [4].

Використання ізоляту білка соняшникового шроту у пшеничному борошні сприяє підвищенню білкового вмісту та сенсорних властивостей макаронів. Додавання шроту покращує водопоглинання, стабільність тіста та якість готових виробів, підтверджуючи його ефективність як функціонального інгредієнта [5].

Додавання порошку шипшини покращує фізико-хімічні властивості пшеничного хліба, збільшуючи його об'єм і пористість. Водночас еластичність тіста дещо зменшується, але загальна якість виробу залишається високою. Вчені підтверджують, що порошок шипшини можна використовувати у хлібопекарстві як природну альтернативу синтетичній аскорбіновій кислоті [6].

Додавання овочевих порошків, таких як томатний і з гливи, підвищує харчову цінність макаронних виробів, збільшуючи вміст харчових волокон. Це сприяє покращенню набухання, міцності, стану поверхні та збереженню форми макаронів після варіння, а також надає їм привабливий колір [7].

В ході проведених досліджень із додаванням порошку шипшини до макаронного тіста було випробувано три варіанти складу: 7%, 5% і 3% порошку шипшини. Дослідження показали, що додавання 5% порошку шипшини є оптимальним, оскільки покращує колір макаронних виробів, надаючи їм привабливий золотисто-рожевий відтінок, а також збагачує продукт вітаміном С, антиоксидантами та харчовими волокнами. Крім того, у складі шипшини міститься пектин, який відіграє роль природного загусника, покращує текстуру тіста та зміцнює макаронні вироби, що позитивно впливає на їхню структуру після варіння. Водночас у варіанті з 7% шипшини спостерігалися жорсткіші текстурні характеристики та наявність твердих частинок, що впливало на якість готового продукту.

Висновки експериментів підтверджують доцільність використання порошку шипшини для покращення харчової цінності, текстури та структури макаронних виробів. Подальші дослідження необхідні для вивчення впливу цієї добавки на термін зберігання, а також розробки технологічних рішень, що забезпечать максимальне збереження біоактивних компонентів під час обробки.

#### Список літератури.

1. Pellegrini, N., Pasini, L., Porrini, M., et al. Development of pasta with chickpea flour: nutritional aspects and cooking properties // *Journal of Food Science and Technology*. – 2020. – Vol. 57. – С. 1536-1545.
2. Калина, В. С., Гола, А. В. Перспектива гречаної клітковини у виробництві макаронних виробів / наук. кер. Ю. О. Чурсінов // *Проблеми формування здорового способу життя у молоді : зб. матеріалів XI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнар. участю, Одеса, 4–6 жовт. 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій ; гол. ред. Б. В. Єгоров. – Одеса, 2018. – С. 60–61.*
3. Верешко Н.В., Набоков Д.О. Збагачення макаронних виробів каротиноїдами // *Харківський державний університет харчування та торгівлі. – 2011. – С. 250–254.*
4. Ungureanu-Iuga, M.; Mironeasa, S. Advance on the Capitalization of Grape Peels By-Product in Common Wheat Pasta. *Appl. Sci.* 2021, 11, 11129.
5. Zaky A. A., Hussein A. S., Mostafa S., Abd El-Aty A. M. Impact of Sunflower Meal Protein Isolate Supplementation on Pasta Quality. *Separations*, 2022, 9, 429.
6. Vartolomei, N., Turtoi, M. The Influence of the Addition of Rosehip Powder to Wheat Flour on the Dough Farinographic Properties and Bread Physico-Chemical Characteristics // *Applied Sciences*. – 2021. – Vol. 11.
7. Дзюндзя, О., Шинкарук, М. Вплив овочевих порошків на якість макаронних виробів // *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. – 2021. – № 3. – С. 72–78.*

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕМБРАННОГО ОЧИЩЕННЯ ФРУКТОВИХ І ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ СОКІВ

Гончар Д.О., аспірант

Дейниченко Г.В., д.т.н., професор,

Дмитревський Д.В., к.т.н., доцент,

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

*Анотація. The use of membrane technologies for clarification and concentration of fruit and fruit-berry juices is considered, which ensures the preservation of biologically active substances and improvement of product quality. Membrane processes have advantages over traditional methods due to high selectivity, energy efficiency and the absence of chemical additives.*

Промислова переробка фруктів і плодово-ягідної сировини є перспективним напрямом у сфері харчової промисловості. Плодоовочева галузь відіграє ключову роль у забезпеченні населення високоякісними харчовими продуктами, які мають значну біологічну та поживну цінність, а також містять незамінні вітаміни та біологічно активні речовини. Одним із основних продуктів цієї галузі є соки, які разом зі свіжими фруктами й овочами постачають організму необхідні фізіологічно активні речовини: вітаміни, макро- і мікроелементи та інші корисні компоненти, що сприяють нормальній життєдіяльності людини [1].

Виробництво соку передбачає обов'язкову стадію освітлення, яка забезпечує стабільність продукту під час зберігання, покращує його органолептичні характеристики та зовнішній вигляд. Традиційні технології виробництва соків включають фільтрацію свіжовичавленого соку крізь пористі мембрани, що призводить до втрати частини корисних речовин, а також передбачають використання консервантів і теплової стерилізації для продовження терміну зберігання. Однак такі методи не забезпечують повного видалення частинок плодової м'якоті, що впливає на органолептичні властивості кінцевого продукту. Крім того, певні технології освітлення передбачають додавання сторонніх речовин, які можуть змінювати склад соку. Тривалість традиційної обробки становить 24–30 годин, що спричиняє втрати біологічно цінних компонентів через контакт з киснем повітря, що негативно впливає на якість кінцевого продукту. Традиційні методи виробництва соків включають кілька послідовних операцій, що потребують значних трудових і часових витрат. Вони передбачають механічне пресування фруктової м'якоті, віджимання соку, його освітлення за допомогою центрифугування чи фільтрації, а також багатоступеневе вакуумне випарювання для концентрування. Мембранні технології є альтернативним підходом до освітлення та концентрації соку, що має низку переваг над традиційними методами. До їхніх переваг належать висока селективність, відсутність термічного навантаження на сировину завдяки помірним робочим температурам, відсутність необхідності у використанні хімічних реагентів, компактність обладнання та знижене енергоспоживання. На сьогоднішній день мембранні процеси, такі як мікрофільтрація та ультрафільтрація, є сучасною технологією для очищення, фракціонування та концентрування соків. У процесі освітлення соків застосовуються як мікрофільтраційні, так і ультрафільтраційні мембрани. При цьому



підготовлений сік у фільтраційній установці розділяється на очищений пермеат і ретентат, що містить колоїдні речовини та мікроорганізми. Ретентат є концентрованим осадом, який складається із частинок суспензій та мікроорганізмів. Підвищення концентрації твердих речовин у ретентаті зменшує його загальний обсяг, а ефективність освітлення може досягати 98%. Для здійснення мембранного очищення застосовуються напівпроникні мембрани, які дозволяють пропускати певні компоненти рідких сумішей. Ці мембрани повинні мати високу селективність, значну продуктивність, хімічну стійкість та механічну міцність [2].

Сучасні технології виробництва освітлених концентрованих соків все частіше базуються на ультрафільтрації, яка дозволяє замінити сепаратор, пластинчастий фільтр-прес та використання освітлювальних речовин. Ультрафільтраційна обробка сприяє ефективному видаленню твердих частинок, а також високомолекулярних сполук, таких як крохмаль і білки. Завдяки цьому ультрафільтрація стала конкурентною альтернативою традиційним методам освітлення, забезпечуючи підвищену рентабельність виробництва та покращену якість кінцевого продукту. Перед проведенням ультрафільтрації сік очищується ензимами для зменшення вмісту пектинових речовин, що гарантує високий вихід продукту та оптимальну продуктивність процесу. Серед мембранних систем найбільшого поширення набули порожнисті волокна та рулонні мембранні елементи, які є економічно вигідними та ефективними. Використання мембранних установок із тангенціальними фільтрами дозволяє зберігати структурні та органолептичні характеристики продукту, а також забезпечує їхню самоочищувальну здатність, що знижує потребу у витратних матеріалах.

Мембранні методи широко використовуються у харчовій промисловості для очищення та концентрування розчинів без необхідності нагрівання й випарювання. Вони застосовуються для технологічної підготовки води, стабілізації безалкогольних напоїв і вин, концентрування натуральних соків, пастеризації, вилучення цінних компонентів із технологічних відходів та освітлення соків і сиропів. У порівнянні з традиційними методами, мембранні технології дозволяють покращити якість продукції та збільшити її вихід.

#### **Список літератури:**

1. Дейниченко Г.В., Золотухіна І.В., Дмитревський Д.В., Гузенко В.В., Перекрест В.В., Гладкова О.С. Сучасні технології баромембранних процесів у харчовій промисловості. Обладнання та технології харчових виробництв. 2021. № 2 (43). С 86-93. <https://doi.org/10.33274/2079-4827-2021-43-2-86-93>.

2. Deinychenko G.V., Dmytrevskiy D.V., Zolotukhina I.V., Perekrest V.V., Guzenko V.V. Directions of improvement of processes of membrane separation of juices from fruit and berry raw materials. Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2021. – Вип. 1 (33). – С. 89–98. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5036090>.

## ІННОВАЦІЙНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ЯКІСНОЇ ТЕРМООБРОБКИ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

Загорулько О.Є., к.т.н., доцент, Загорулько А.М., к.т.н., доцент,  
Громов О.Є. аспірант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*An improved design of a scraped heat exchanger for heat treatment of fruit and berry puree is considered. The uniformity of heating and the dependence of the thickness of the liquid layer on the shaft rotation frequency are investigated. It is established that the modernized device reduces specific energy consumption by 1.5 times (172.4 kJ/kg) compared to traditional heaters. A structural scheme is proposed to increase the efficiency of the process.*

На сучасних харчових підприємствах, що займаються переробкою плодово-ягідної сировини, одним із важливих етапів виробництва є підігрів в'язких пастоподібних мас. Для цієї мети активно використовуються скребкові теплообмінники, які забезпечують ефективну теплопередачу та рівномірний розподіл температури в продукті.

Конструктивною особливістю цих пристроїв є наявність рухомих скребків, які постійно очищують нагріту поверхню від залишків маси. Це запобігає її перегріванню, пригорянню та утворенню відкладень, що дозволяє зберегти однорідність структури і стабільність якості кінцевої продукції.

Застосування скребкових теплообмінників сприяє збереженню цінних біологічних компонентів сировини, таких як вітаміни, мікроелементи та антиоксиданти. Завдяки цьому готова продукція, зокрема фруктові пюре, джеми, соуси та концентровані суміші, зберігає свій природний смак, аромат і поживну цінність.

Окрім того, ці пристрої дозволяють оптимізувати виробничий процес за рахунок високої швидкості теплопередачі та енергоефективності. Вони забезпечують рівномірний розподіл тепла навіть у випадку обробки густих, неоднорідних чи чутливих до температури мас. Це особливо важливо для виробництва продукції преміум-класу, де збереження натуральних властивостей сировини є ключовим фактором якості.

Таким чином, впровадження скребкових теплообмінників у виробничі процеси харчових підприємств не лише підвищує продуктивність, а й гарантує високу якість готової продукції, що відповідає сучасним вимогам до харчової безпеки та органолептичних характеристик.

Проте, більшість з теплообмінників мають проблеми з стабільністю регулювання, оскільки тиск пари та температура можуть варіюватися, що призводить до погіршення якості сировини, а також до значних витрат енергії та металу. Щоб усунути ці недоліки, пропонується використовувати вдосконалений скребковий теплообмінник з температуро-стабільним гнучким плівковим резистивним електронагрівачем випромінювального типу в якості нагрівача. Для забезпечення рівномірного розподілу товщини шару продукту на робочій поверхні рекомендується застосування шарнірної лопати зі зрізаючою

кромкою в якості перемішуючого елемента. Теплообмінник має можливість встановлення охолоджуючої оболонки з кільцевими каналами для проходження холодоагенту, яку розміщено на зовнішній поверхні гнучкого електронагрівача. Таке рішення забезпечує можливість охолодження та одночасно виступає в якості додаткової повітряної теплоізоляції при відсутності носія в ній.

Проведені дослідження підтвердили рівномірний розподіл теплового потоку на нагрівальній поверхні вдосконаленого апарата (60,1...60,7 °С) та на відбивальній поверхні шарнірної лопаті зі зрізаючою крайкою (60,1...60,8 °С).

Встановлено залежність сумарної товщини шару рідини від частоти обертання валу вдосконаленої шарнірної лопаті. При 48 хв<sup>-1</sup> товщина шару становить 2,68 мм, а при 350 хв<sup>-1</sup> – 1,52 мм, що є покращеним показником у порівнянні зі стандартною шарнірною лопаттю (5,1 мм – 1,6 мм) за однакової витрати продукту (W = 52 л/год).

Експериментальні дослідження підтвердили, що вдосконалений скребковий теплообмінник при термообробці плодово-ягідного пюре дозволяє зменшити питомі енерговитрати в 1,5 раза. Витрати енергії на нагрівання одиниці об'єму продукту становлять 172,4 кДж/кг, що значно менше у порівнянні з традиційним підігрівачем із паровою оболонкою (254,5 кДж/кг).

Отримані результати підтверджують ефективність запропонованої конструкції вдосконаленого скребкового теплообмінника, що дозволяє підвищити енергоефективність та якість термообробки продуктів. На основі досліджень розроблено його оптимальну конструкційну схему.

#### Список використаних джерел

1. Zagorulko, A., Kasabova, K., Zahorulko, A., Shydakova-Kamenuka, O., Ponomarenko, N., Bereza, O., Gromov, A., & Kholobtseva, I. (2024). Improving the production technique of pat based on multicomponent fruit and berry paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11 (128)), 46–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.301651>

2. Kasabova, K., Samokhvalova, O., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Babaiev, S., Bereza, O., Ponomarenko, N., Tesliuk, H., & Yukhno, V. (2022). Improvement of Turkish delight production technology using a developed multi-component fruit and vegetable paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11 (120)), 51–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269393>

3. Design of a universal low-temperature rotary apparatus for making meat and vegetable products considering the integrated adaptive mechanism [Electronic resource] / A. Zahorulko, N. Penkina, T. Zhelieva, H. Chmil, M. Prykhodko, O. Kobets, S. Need // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. - 2024. - Vol. 3, Issue 11 (129). - P. 14-24. - DOI 10.15587/1729-4061.2024.305550

4. Михайлов В. М., Загорулько О. Є., Загорулько А. М., Касабова К. Р., Шидакова-Каменюка О. Г., Дмитревський Д. В. (2024). Апаратурно-технологічні аспекти виробництва функціональних плодово-ягідних паст для пастильно-мармеладних виробів. *Наукові праці НУХТ*, 30(6), 99—109. DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-6-10

УДК 621.1:664.8

**ТЕЛЕМЕТРИЧНА СКЛАДОВА ПРОЦЕСУ СУШІННЯ  
ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Лісецький В.І., кандидат технічних наук, доцент  
Медьник В.І., кандидат економічних наук, доцент  
Донченко Б.В., студент

Національний університет біоресурсів і природокористування

*The use of technologies for remote collection and transmission of data on the parameters of the grain drying process remains relevant due to increasing demands for efficiency and quality of grain products. In particular, forecasts for wheat production growth in Ukraine and the EU in 2025 emphasize the need to improve technological processes, including telemetric control of grain drying to optimize costs and product quality. Moreover, the development of alternative energy sources and the expansion of grain drying capacities at elevators indicate heightened interest in innovative solutions in the grain industry.*

Основними параметрами процесу сушіння зернової продукції, що підлягають контролю є температура, вологість зерна та повітря, швидкість потоку агента сушіння тощо.

Для моніторингування температури та вологості зерна телеметричні датчики встановлюються всередині зерносушарок для постійного вимірювання його температури та вологості. Це дозволяє автоматично регулювати параметри сушіння, забезпечуючи оптимальні умови для збереження якості зерна.

Також телеметричні системи дозволяють віддалено контролювати роботу сушарок, включаючи стан нагрівальних елементів, вентиляторів та інших компонентів, що допомагає вчасно виявляти та усувати несправності, знижуючи ризик простоїв.

Зібрані телеметричні дані про витрати енергії, час сушіння та якість кінцевого продукту використовуються для аналізу ефективності процесу сушіння. На основі цього аналізу можна оптимізувати процеси та знижувати витрати.

Також телеметричні системи дозволяють прогнозувати необхідність технічного обслуговування сушарок на основі зібраних даних про їх роботу. Це допомагає планувати ремонтні роботи заздалегідь та мінімізувати простої.

Використання телеметричних систем дозволяє операторам віддалено керувати процесом сушіння через інтернет або мобільні додатки. Це забезпечує гнучкість та оперативність у прийнятті рішень. Сучасні зерносушарки використовують IoT-технології для збору даних про температуру, вологість повітря та зерна, швидкість потоку агента сушіння. Системи на базі програмованих логічних контролерів (PLC) та сенсорів (CO<sub>2</sub>, термопари) забезпечують передачу даних у хмарні платформи (наприклад, ThingSpeak) для аналізу в реальному часі. Це дозволяє оперативно корегувати режими сушіння, зменшуючи енерговитрати на 12–33%.

Використання алгоритмів random forest та штучних нейронних мереж дозволяє прогнозувати втрати сухої речовини зерна на етапах транспортування

та сушіння. Моделі базуються на даних з сенсорів вологості, температури зернової маси та CO<sub>2</sub>, що знижує ризик псування продукції на 2–5%.

Дослідження доводять ефективність високочастотних діелектрометричних датчиків для вимірювання вологості зерна пшениці. Похибка вимірювань становить до 0,1%, що забезпечує точність управління процесом сушіння. Такі системи інтегруються в автоматизовані контури керування сушарками.

Заміна постійних нагрівальних елементів на імпульсні з релейним управлінням зменшує навантаження на електромережі на 12%, а витрати електроенергії – на 33%. Технологія дозволяє підтримувати рівномірний температурний режим у камері сушіння, уникаючи локальних перегрівань.

Системи на основі машинного зору (з використанням алгоритмів MSRCR та HSV-фільтрів) забезпечують онлайн-виявлення домішок (каміння тощо) з точністю до 87%. Такі рішення інтегруються в конвеєрні лінії сушарок, автоматизуючи контроль якості.

Отже, телеметричні системи можуть значно підвищити ефективність та надійність процесу сушіння зернової продукції, забезпечуючи високу якість кінцевого продукту та знижуючи витрати на обслуговування.

#### Список використаних джерел

1. Farm World. (2023). Mastering the mechanics: How does a grain dryer work. Retrieved from <https://www.fmworldagri.com>
2. PMC. (2024). Monitoring corn grain quality using machine learning. *Social Science Computer Review*, 35(5), 576–586. <https://doi.org/10.1093/pmc/articles/PMC10940695>
3. BioConferences. (2024). Grain moisture control via dielcometric methods. Retrieved from [https://www.bioconferences.org/articles/bioconf/pdf/2024/27/bioconf\\_idsisa2024\\_06005.pdf](https://www.bioconferences.org/articles/bioconf/pdf/2024/27/bioconf_idsisa2024_06005.pdf)
4. PMC. (2022). Online impurity detection in corn drying. *Social Science Computer Review*, 35(5), 576–586. <https://doi.org/10.1093/pmc/articles/PMC9777920>
5. Wiley Online Library. (2023). IoT for real-time crop drying monitoring. *International Journal of Agricultural Technology*, 12(3), 45–67. <https://doi.org/10.1155/2023/4803000>
6. Mastering the Mechanics: How Does a Grain Dryer Work // Farm World. – 2023. – URL: <https://www.fmworldagri.com>
7. Monitoring Corn Grain Quality Using Machine Learning // PMC. – 2024. – DOI: 10.1093/pmc/articles/PMC10940695
8. Grain Moisture Control via Dielcometric Methods // BioConferences. – 2024. – URL: PDF
9. Online Impurity Detection in Corn Drying // PMC. – 2022. – DOI: 10.1093/pmc/articles/PMC9777920
10. IoT for Real-Time Crop Drying Monitoring // Wiley Online Library. – 2023. – DOI: 10.1155/2023/4803000

## КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ТА ЕТАПИ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ РЕЦЕПТУР М'ЯСНИХ ВИРОБІВ

Желева Т.С., к.т.н., доцент;

Зіброва В.І., студентка; Міщенко В.Є. студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The key aspects and stages of the process of developing meat product recipes are presented. These stages ensure the technological stability of meat products, allow expanding the range and obtaining products with high quality characteristics.*

На сьогодні виробництво м'ясної продукції стикається з проблемами погіршення якості сировини, що безпосередньо впливає на кінцеві характеристики готових виробів. У зв'язку з цим одним із головних завдань сучасної м'ясопереробної промисловості є підвищення якості сировини та кінцевої продукції, забезпечення її безпечності, розробка екологічно чистих м'ясних виробів для загального та спеціального призначення, раціональне використання сировинних ресурсів і зниження енергозатрат у виробничих процесах.

Розвиток науки і техніки, а також зміни в екологічній ситуації потребують не лише вдосконалення технологій виготовлення традиційних м'ясних виробів, а й створення нових продуктів, які відповідатимуть сучасним вимогам харчової промисловості.

Процес розробки рецептур м'ясних виробів базується на ретельному підборі сировини та їх оптимальному співвідношенні, що дозволяє досягти необхідних якісних характеристик продукції. Це включає вміст та склад поживних речовин, органолептичні властивості, а також технологічні та споживчі параметри. При цьому всі компоненти повинні бути безпечними для здоров'я, не містити токсичних або алергенних речовин, а також мати функціонально-технологічні властивості, які сприяють отриманню стабільної м'ясної емульсії у процесі переробки.

Оскільки м'ясна сировина є складною багатокомпонентною системою зі змінною морфологічною структурою, її поведінку в рецептурі прогнозувати досить складно. Саме тому процес розробки рецептур м'ясних виробів здійснюється у чотири основні етапи:

I етап – Визначення видів основної сировини та їх співвідношення;

II етап – Проведення технологічного моделювання та аналіз отриманих результатів;

III етап – Коригування початкової рецептури та технологічного процесу;

IV етап – Випробування нової рецептури у виробничих умовах.

Дотримання цих етапів дозволяє створювати технологічно стабільні м'ясні вироби, розширювати їхній асортимент і забезпечувати високу якість кінцевої продукції.

## **ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЛІКУВАЛЬНО- ПРОФІЛАКТИЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

Желева Т.С., к.т.н., доцент; Кармазова А.І., студентка; Зінченко Є.О. студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The relevance of using plant raw materials in the technologies of functional meat products with therapeutic, preventive and functional properties. Creation and provision of the population with new meat products.*

Сучасний ринок продовольчих товарів в Україні демонструє стабільне розширення не лише кількості торгових марок, а й асортименту м'ясної продукції. М'ясні вироби займають важливе місце у структурі харчування населення, оскільки є одним із головних джерел тваринного білка. Серед них особливо популярними залишаються ковбасні вироби, які відзначаються високими смаковими якостями, зручністю у споживанні та збагаченим вмістом корисних речовин.

Останніми роками зростає негативний вплив довкілля на здоров'я людини, що призводить до збільшення кількості захворювань, пов'язаних із стресами та дисбалансом у харчуванні. Багато людей споживають недостатню кількість незамінних поживних речовин, що суперечить принципам збалансованого раціону. У зв'язку з цим сучасні споживачі все більше цікавляться впливом харчових продуктів на здоров'я, що стимулює розвиток виробництва функціональних м'ясних виробів, збагачених рослинними компонентами.

Окрему увагу привертає застосування дикорослих лікарських трав у лікувально-профілактичному харчуванні. Їх використання сприяє захисту організму від негативного впливу фізичних, хімічних та біологічних факторів, з якими люди стикаються у повсякденному житті. Наукові дослідження підтверджують ефективність застосування фітопрепаратів – настоїв та екстрактів лікарських рослин, таких як ромашка, звіробій, чебрець, материнка та інші. Завдяки високому вмісту фенолкарбонових кислот і флавоноїдів ці рослини мають виражені антибактеріальні властивості, що позитивно впливає на якість м'ясних виробів. Крім того, природні каротиноїди та пігменти лікарських трав можуть впливати на забарвлення м'ясних виробів, покращуючи їхній зовнішній вигляд.

Фітокомпоненти також проявляють антимікробну, антиоксидантну та дезінфікуючу дію, що відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки та тривалого зберігання м'ясних виробів. Оскільки багато лікарських трав широко поширені на території України, їхнє використання є перспективним напрямом у харчовій промисловості.

Таким чином, розробка та впровадження нових м'ясо-рослинних продуктів із лікувально-профілактичними та функціональними властивостями є важливим і перспективним напрямком сучасних харчових технологій.

## СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ТРАНСПОРТЕРНО-МИЙНОЇ ВОДИ ПРИ МИЙЦІ БУРЯКА НА ЦУКРОВИХ ЗАВОДАХ

Ляшенко С.О., д.т.н., професор; Фесенко А.М., ст. викладач; Кісь В.М., к.т.н., доцент; Кісь М.В., магістрант. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article examines the application of modern equipment and technologies for washing and cleaning sugar beets at sugar factories. Approaches to improving the efficiency of washing and cleaning beets from fine soil particles are identified. Effective equipment is proposed, and the conditions for beet washing at a sugar factory are determined.*

Виробництво цукру з буряка є складним енерговитратним технологічним процесом. В умовах конкуренції, для підвищення ефективності виробництва, у першу чергу розглядаються такі показники, як якість та енергоспоживання, які і диктують необхідність застосування сучасних інженерних досягнень по оптимізації технологічних процесів в цукровому виробництві [1-3].

До основних відділень цукрового заводу відносяться мийка та чистка буряка, дифузійне відділення, відділення дефекації, випарне відділення, кристалізаційне відділення та сушка цукру-піску.

Складність процесу одержання цукру полягає в тому, що в залежності від якості буряка, що перероблюється, необхідно буде вносити зміни і в технологічний процес, а також, і змінювати параметри технологічного процесу в системі керування ТП. Тому важливим етапом, який впливає на якість продукції, є ефективна мийка сировини транспортерно-мийною водою і підбір відповідного обладнання. Якість транспортерно-мийної води відіграє велику роль у циклі виробництва цукру-піску, і впливає на продуктивність та ритмічність роботи заводу, роботу обладнання, технологічні показники дифузійного соку, втрати сахарози, використання, витрата та споживання чистої технічної води, об'єми сильно забруднених стічних вод, забезпечення екологічності підприємства.

Важливою складовою ефективності роботи обладнання при мийці та очистці буряків є визначення продуктивності роботи транспортерів на цукрових заводах, що визначається за формулою [1, 2]:

$$Q = \frac{S \cdot v \cdot \rho \cdot k}{1000}, \quad (1)$$

де:  $Q$  - продуктивність транспортера, т/год;  $S$  - площа поперечного перерізу шару буряків на транспортері, м<sup>2</sup>;  $v$  - швидкість руху транспортера, м/с;  $\rho$  - середня насипна густина буряків, т/м<sup>3</sup> (зазвичай 0,65–0,75 т/м<sup>3</sup>);  $k$  - коефіцієнт заповнення (залежить від конструкції транспортера, орієнтовно 0,7–0,9).

Якість транспортерно-мийної води визначається наявністю зважених частин у вигляді твердих і дрібнодисперсних частинок, піску, супіску, глини, чорнозему, кількість яких становить від 10 до 30% від загального обсягу води, підвищуючи її щільність; кількістю плаваючих домішок, що пройшли через сита, дрібних частинок (5-0,5мм) бою буряків, насіння, лушпиння, опалого сухого



листя різних трав.

Транспортерно-мийні води повинні мати невисоку температуру (не вище 200С), щоб не викликати інтенсивного висолоджування цукру з буряка, що транспортується, розвитку термофільних бактерій та інтенсифікації процесів бродіння; лужну реакцію (рН не нижче 9-9,5) з метою ослаблення процесів бродіння та покращення коагуляції. Вода може бути джерелом інфекції, що може призвести до порушень нормального технологічного режиму у заводі та збільшення втрати цукру.

Для вирішення цих питань кожен цукровий завод повинен мати сучасні очисні споруди для очищення води II категорії.

Типові конструкції, що застосовуються, – це відстійники. У цукровій промисловості широко застосовуються нові види мийного обладнання зарубіжного виробництва, що вимагають для нормальної роботи високу якість та велику кількість очищеної транспортерно-мийної води. Таким обладнанням є вертикальні відстійники-згущувачі модернізовані-Ш1-ПОС-3 та ВОУ-1, що виготовляються Яготинським механічним заводом.

Використання вертикальних відстійників-згущувачів Ш1-ПОС-3 та ВОУ-1 у комплексі з освітлювачами Ш1-ПОЕ дозволяє досягти загального ефекту очищення води від домішок 90-95%, а також скоротити споживання чистої технічної води на миття та гідротранспорт буряків на 45-50 %.

Освітлювачі типу Ш1-ПОЕ застосовуються для доочищення освітлених транспортерно-мийних вод від дрібнодисперсних завислих речовин у системі оборотного водопостачання вод II категорії. Принцип роботи освітлювача Ш1-ПОЕ заснований на введенні води під шар зваженого осаду, куди підводяться і необхідні реагенти. Зважений осад, що попадає з буряком в мийну машину, відіграє роль контактного середовища, де відбуваються реакції осадження, дрібні частинки укрупнюються та відводяться через сифон [1, 3].

Використання обладнання для мийки сировини з відповідною продуктивністю, застосування якісної транспортерно-мийної води з певними властивостями, а також використання очисних пристроїв, дасть можливість підвищити ритмічність роботи цукрового заводу, підвищити якість обробки сировини, що призводить і до підвищення якості розчину у дифузійному відділенні, а також підвищує екологічні складові роботи цукрового заводу.

**Список літератури. 1.** Сахацький М.П. Управління інноваційним розвитком цукробурякового виробництва: монографія / А.В. Найда, М.П. Сахацький, І.С. Найда, Г.М. Запша, В.С. Ніценко; за ред. Проф. Сахацького М.П. Одеса: ТОВ «Лердрук». 2013. 220с.

2. Ляшенко С.О., Фесенко А.М., Ляшенко О.С., Кісь О.В. Обґрунтування застосування показників якості в енерго-та екологічно ефективних АСУ цукрового виробництва // *Інженерія природокористування, Науковий журнал*. 2019. №4(14). Харків. 2019. С. 47-56.

3. Скорик К.Д. Вплив порушень технологічних режимів виробництва на якість цукру. *Журнал «Цукор України»*. 2014. № 4 (100). С. 29-33.

## ВПЛИВ ЧАСУ ПЕРЕБУВАННЯ РОЗЧИНУ У ВИПАРНІЙ УСТАНОВЦІ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ВИПАРЮВАННЯ

Ляшенко С.О., д.т.н., професор; Фесенко А.М., ст. викладач; Кісь В.М., к.т.н., доцент; Коваленко А.О., студент (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The paper examines issues related to improving the quality indicators of juice during evaporation in an evaporator. The main approaches to determining the evaporation time in the evaporator and its impact on juice quality indicators are considered. The main ways of increasing the efficiency of control of the evaporation plant operation according to time indicators are proposed.*

Одним із найбільш важливих факторів, що впливають на якість процесу випарювання соку у багатовипарній установці цукрового заводу є час випарювання. Час перебування розчину у випарній установці – це теж один з найважливіших аспектів БВУ, що впливає на технологічні та якісні показники. Збільшення часу перебування розчину у БВУ призводить до втрат цукру за рахунок термічного розкладу і наростання кольоровості сиропу. В багатьох наукових роботах, де розглядається ця проблема, спостерігається чітка кореляція між втратами цукру та кольоровістю цукрового розчину [1, 2].

Метою роботи є визначення впливу часу випарювання у БВУ на якісні показники розчину, що випарюється. Втрати цукру від термічного розкладання досліджувалися у значній кількості експериментальних і теоретичних робіт [1-3]. При цьому встановлено головні закономірності розкладання сахарози. Процес розкладання сахарози у розчині можна уявити як наступну залежність [1, 2]:

$$x = a[1 - \exp(-k \cdot \tau)] \quad (1)$$

де  $a$  – початкова маса сахарози;  $k$  – константа швидкості гідролізу сахарози,  $\text{хв}^{-1}$ ;  $\tau$  – тривалість реакції,  $\text{хв}$ .

Дослідження щодо часу перебування розчину у випарних апаратах різних конструкцій і умовах роботи показують, що визначати загальну величину втрат цукру при випаровуванні можна шляхом інтегрування на основі залежності (1) та визначення розподілу часу перебування розчину в апараті. Але функція розподілу часу перебування розчину у випарній установці є достатньо складною, вона залежить від конструктивних характеристик і параметрів режимів роботи випарної установки цукрового заводу [2 - 4].

Якщо проаналізувати залежності складових рівняння (1), можна зробити висновки, що технологічний процес випарювання на цукрових заводах показує залежність величини втрат цукру в процесі термічного розкладання від тривалості процесу, і ця залежність близька до лінійної. Визначення величини термічного розкладу цукру у 5-корпусній ВУ і температури кипіння при  $p_{H_2O} = 8,5$  дає можливість визначити втрати цукру. Для кожного випарного апарату при певних умовах протікання ТП випарювання і змінах якісних показників соку час випарювання теж буде змінюватись. Лінійність залежності термічного розкладання сахарози від часу процесу істотно спрощує задачу визначення їх величини для управління роботою випарної установки, якщо використати

середній час перебування, що визначається як відношення об'єму витрати розчину до об'єму розчину, що міститься в апараті:

$$\bar{\tau} = \frac{V_p}{V_a}. \quad (2)$$

Відповідно, за величиною об'ємної витрати розчину із випарного апарату і його густиною можна знайти величину середнього часу перебування розчину у кожному випарному апараті, а потім і у всій випарній установці.

Другим способом визначення середньої тривалості перебування розчину у БВУ є використання підходу, побудованого на визначенні матеріального балансу випарної установки, з якого і розраховується кількість випареної води:

$$W = G_n \cdot \left(1 - \frac{x_n}{x_k}\right); \quad (3)$$

де  $G_n$  – витрата соку у БВУ, т/год;  $x_n$  – початкова концентрація розчину на вході в ВА;  $x_k$  – кінцева концентрація розчину після згущення з БВУ, %.

Далі визначаються величини паровідборів по корпусам випарної установки. Вони дорівнюють різниці між об'ємом випареної води із розчину в даному корпусі та наступному:

$$E_i = W_i - W_{i+1}. \quad (4)$$

Порівнюючі результати різних підходів до розрахунку визначення часу випарювання у БВУ, необхідно відмітити, що середній час перебування розчину у випарних установках практично однаковий. У середньому, тривалість випарювання розчину у БВУ становить від 85 до 95 хвилин. Крім того, якість сиропу залежить і від якісних складових соку, що приходить на БВУ. Відповідно, зміни в часі випарювання можуть змінювати і якісні показники соку. При дослідженні часу випарювання використовують і інші наукові підходи, побудовані на використанні мережових методів у задачах автоматизованого керування роботою БВУ, але вони теж доволі складні і потребують часу на відбір проб впродовж усього терміну випарювання [2 - 4].

**Список літератури.** 1. Штангеев К. О. Час перебування розчину у випарній установці. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції цукровиків України -Перспективи розвитку цукрової промисловості України. – К.: НУХТ, 2019. – С. 98-108.

2. Штангеев К. О. Практичний розрахунок середнього часу перебування розчину у випарній установці. Науково-практичний центр цукрового виробництва. Наука у виробництво. ІПДО НУХТ. Новини Центру. № 5 (23) травень 2019 року. С.7-11.

3. Школьна О.В. Мережеві моделі в задачах автоматизованого керування випарною станцією цукрового заводу. / О.В. Школьна, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько. / Національний університет харчових технологій. Харчова промисловість. - № 19, - 2016. - С. 119-124.

4. Ляшенко С. О., Кісь В. М., Фесенко А.М., Ляшенко О.С. Автоматизоване управління безпечними режимами роботи випарної установки цукрового заводу. ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ VIII Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті І. І. Мартиненка 13-14 червня 2019 року, Мелітополь, - С 41.

## СУЧАСНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Головко Т.М., д.т.н., професор; Жеребкін М.В., к.т.н., ст. викл;

Коваленков Р.О., студент, (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The creation of meat products with increased nutritional value is a relevant direction of the modern food industry. Various new technologies, such as the use of plant-based meat substitutes, open up new opportunities for creating products with high nutritional value.*

На світовому ринку частка харчових продуктів спеціального та функціонального призначення становить близько 35...40%. При цьому більшу частину з них становлять продукти масового харчування. В Україні частка таких продуктів значно менша. Це зумовлює гострий дефіцит таких продуктів та необхідність розробки нових видів даної продукції, розширення її асортименту, покращення споживчих характеристик, маркетингових заходів із просування продуктів на ринок та інформування споживачів про властивості даної продукції.

Виходячи з вищенаведеного розробка м'ясних продуктів з покращеними споживчими характеристиками повинна базуватися на наступних принципах:

– для збагачення варто використовувати такі нутрієнти, дефіцит яких реально має місце та досить широко розповсюджений;

– збагачуванню треба піддавати, насамперед, продукти масового споживання, доступні для всіх груп дитячого й дорослого населення, що регулярно використовуються в повсякденному харчуванні;

– збагачення нутрієнтами не повинно погіршувати споживчі властивості цих продуктів: істотно змінювати смак, аромат, свіжість продуктів, скорочувати терміни зберігання;

– необхідно враховувати можливість хімічної взаємодії добавок між собою й з компонентами продукту, і вибирати такі композиції, які забезпечують їхнє максимальне збереження у процесі виробництва й зберігання, а також, можливо, синергетичний ефект, що забезпечує кращу засвоюваність даних нутрієнтів;

– регламентований, тобто гарантований виробником вміст незамінних нутрієнтів у збагаченому ними харчовому продукті повинен бути достатнім для задоволення за рахунок даного продукту не більше 50 % середньої добової потреби в цих мікронутрієнтах при звичайному рівні споживання збагаченого продукту;

– кількість нутрієнтів додатково внесених у продукти, повинна бути з врахуванням їхнього можливого природного вмісту у вихідному продукті або сировині, а також втрат у процесі виробництва й зберігання;

– ефективність збагачених продуктів повинна бути переконливо підтверджена, повністю безпечна, мати прийнятні функціонально-технологічні властивості.

Таким чином, створення м'ясних продуктів із заданим хімічним складом та оздоровчою спрямованістю – актуальна проблема сьогодення та важливий напрямок розвитку ринку харчових продуктів.

## ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІСАХАРИДІВ У КРІОЗАХИСНИХ СТАБІЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ЗАМОРОЖЕНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Желева Т.С., к.т.н., доцент; Коломієць Я.В., студентка; Семенов Д.С., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Prospects for the use of polysaccharides in cryoprotective stabilization systems for frozen meat products. The use of polysaccharides will allow solving the problems of quality stabilization and expanding the range of meat products for long-term low-temperature storage.*

Сучасний темп життя сприяє зростанню попиту на заморожені м'ясні продукти. Проте процес заморожування м'ясної сировини супроводжується рядом фізичних, гістологічних, біохімічних та колоїдно-хімічних змін, що негативно впливають на якість продукту, зокрема:

- втрати маси і зміна кольору;
- порушення структури м'язових волокон;
- денатурація і агрегація білків, зміна розчинності міозину;
- зниження вологоутримуючої та вологозв'язуючої здатностей;
- уповільнення діяльності ферментів;
- окислення ліпідів та зменшення вмісту вітамінів;
- стійкість певних мікроорганізмів до низьких температур.

Ці негативні фактори вказують на необхідність застосування кріозахисних стабілізаційних систем. Наукові дослідження як вітчизняних, так і зарубіжних вчених підтверджують, що певні речовини здатні впливати на фізико-хімічні процеси у м'ясній сировині під час низькотемпературного зберігання. Однак вивчення цього питання залишається недостатнім.

Відомо, що при виробництві м'ясних заморожених продуктів в більшій мірі використовуються полісахариди. Полісахариди є найбільш ефективними компонентами кріозахисних стабілізаційних систем. Вони регулюють процес кристалізації води, сприяючи утворенню дрібніших і рівномірно розподілених кристалів льоду. Це допомагає мінімізувати пошкодження м'язових волокон, зменшити кількість вимороженої води, скоротити втрати під час низькотемпературного зберігання та термічної обробки м'ясних продуктів.

Крім того, полісахариди мають високу вологоутримуючу здатність, що покращує якість м'ясної продукції, оптимізує технологічні процеси та сприяє зниженню собівартості виробництва. Важливою особливістю цих сполук є їх синергічна взаємодія з іншими компонентами, що розширює можливості їхнього застосування. Проте потенціал полісахаридів у складі кріозахисних стабілізаційних систем ще не розкритий повною мірою.

Отже, дослідження та впровадження полісахаридів у технологію виробництва м'ясних заморожених продуктів є перспективним напрямом, який сприятиме стабілізації якості, збереженню харчової цінності та розширенню асортименту м'ясних виробів тривалого низькотемпературного зберігання.

## ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ПАКУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ М'ЯСА ТА М'ЯСОПРОДУКТІВ

Желєва Т.С., к.т.н., доцент; Корінна О.М., студентка; Ільченко А.Є. студентка  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Environmentally safe packaging materials for packaging meat and meat products. Packaging meat products in high-barrier shrink films and bags in a modified gas environment will improve the country's environmental situation and reduce food waste.*

Рецептурний склад і технологія виробництва м'ясопродуктів є визначальними факторами їхньої якості та свіжості, однак не менш важливу роль відіграє упаковка. Вона не лише зберігає продукт, а й захищає його від зовнішніх впливів.

Сьогодні проблема надмірної кількості харчових відходів стає дедалі актуальнішою у всьому світі. Споживачі все більше звертають увагу на екологічність пакувальних матеріалів, що впливає на їхні рішення під час вибору продуктів. Сталий розвиток та мінімізація харчових відходів залишаються ключовими пріоритетами харчової промисловості, а впровадження екологічних технологій у виробництво пакування стає нагальною потребою. У найближчому майбутньому компанії дедалі активніше застосуватимуть інноваційні рішення, зокрема біорозкладні пакувальні матеріали, що дозволять значно зменшити вплив на довкілля та скоротити кількість відходів.

Зростаючий попит на готові м'ясні вироби, такі як копченості та ковбаси, стимулює розвиток екологічно безпечних пакувальних технологій. Серед сучасних рішень особливої популярності набули високобар'єрні термоусадочні плівки та пакети з модифікованим газовим середовищем. Такий метод пакування передбачає заміну повітря всередині упаковки сумішшю інертних газів, що уповільнює процеси окислення та пригнічує розвиток шкідливих мікроорганізмів. Це сприяє збереженню якості м'ясопродуктів, подовженню терміну їхньої придатності та захисту від несприятливих зовнішніх факторів, таких як вологість, ультрафіолетове випромінювання, температура та механічні пошкодження.

Окрім того, високобар'єрні плівки характеризуються міцністю та герметичністю, що мінімізує ризик пошкодження упаковки та сприяє зменшенню харчових відходів. Важливо, що такі матеріали не містять токсичних речовин та хлору, а після утилізації безпечно розкладаються, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу.

Таким чином, застосування екологічно чистих пакувальних матеріалів для м'яса та м'ясопродуктів є важливим кроком на шляху до зменшення екологічного навантаження та скорочення харчових відходів. Використання високобар'єрних термоусадочних плівок і модифікованого газового середовища сприятиме збільшенню попиту на екологічно безпечну продукцію, скороченню використання пластику та пошуку нових підходів до переробки харчових відходів, що допоможе зменшити екологічний слід харчової промисловості.

## ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ ХЛІБОПЕКАРНОГО ЦЕХУ ЗА КОМБІНОВАНОГО ІНФРАЧЕРВОНОГО ТА ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАГРІВАННЯ

<sup>1</sup>Шевченко А.О., к.т.н., доцент, <sup>1</sup>Косточка О.Д., студент;

<sup>2</sup>Бабанова О.І., ст. викладач

(<sup>1</sup>ДБТУ, м. Харків, Україна; <sup>2</sup>НУХТ, м. Київ, Україна)

*Presents an innovative approach to bakery design using combined heating (infrared and electric-contact). The proposed technology reduces energy consumption, improves baking uniformity, and enhances bread quality.*

Сучасні технології харчових виробництв постійно вдосконалюються, спрямовуючись на підвищення ефективності, енергозбереження та покращення якості продукції. Однією з ключових галузей є хлібопекарна промисловість, де традиційні методи випікання потребують модернізації.

Авторами запропоновано інноваційний підхід до проектування обладнання цеху з виробництва хліба, який базується на використанні печі з комбінованим інфрачервоним (ІЧ) та електроконтактним нагріванням (ЕКН). Ця технологія дозволяє скоротити витрати енергії, підвищити рівномірність пропікання та покращити органолептичні властивості хліба.

Сучасні хлібопекарні підприємства стикаються з проблемами, пов'язаними із застарілим обладнанням та неефективними методами виробництва. Традиційні печі, що використовують конвекційний або радіаційний спосіб нагріву, мають значні недоліки, такі як високі енерговитрати через тривалий час нагріву та теплові втрати, нерівномірне пропікання, особливо у виробках з щільною структурою, та обмежений контроль за процесом, що впливає на якість кірки та м'якуш. Ці проблеми обумовлюють необхідність пошуку нових, більш ефективних технологій, які дозволять підвищити продуктивність виробництва, знизити витрати та покращити якість готової продукції.

Одним із перспективних напрямків удосконалення виробництва хліба є використання комбінованих методів нагріву, зокрема ІЧ-нагрівання ЕКН. ІЧ-нагрівання забезпечує швидке нагрівання скоринки без її перегріву. ЕКН діє за рахунок прямого контакту з тістом, що підвищує ефективність передачі енергії та забезпечує інтенсивне прогрівання внутрішніх шарів виробу. Комбінація цих методів у одній печі дозволяє оптимізувати процес, зберігаючи переваги обох технологій.

Проектування комплексу обладнання з комбінованим нагріванням передбачає розробку спеціалізованої печі, яка поєднає ІЧ та ЕКН елементи. Конструктивні особливості такої печі включають ІЧ-нагрівачі, які генерують променисте тепло; ЕКН-блоки, інтегровані у деку печі для контактного нагріву; систему автоматичного контролю температури та вологості на основі PLC-контролера. Принцип роботи такої печі полягає в тому, що тісто швидко прогривається в об'ємі за рахунок ЕКН та від ІЧ нагріву завершується формування кірки. На завершальному етапі можлива парова обробка для отримання гладкої поверхні.

Основні переваги запропонованого підходу включають скорочення часу випікання на 20...25 %, зниження енергоспоживання до 30 % порівняно з тради-

ційними печами, а також забезпечення рівномірної структури м'якушки та хрусткої кірки. Крім того, використання комбінованого нагріву дозволяє підвищити гнучкість виробництва, оскільки дана технологія може бути адаптована для різних видів хлібобулочних виробів з різними параметрами тіста.

Економічні та екологічні аспекти впровадження комбінованої печі також є важливими. Хоча початкові інвестиції у таке обладнання можуть бути вищими порівняно з традиційними печами, вони швидко окупляться за рахунок енергоефективності, зменшення витрат на електроенергію та підвищення продуктивності цеху. Використання ЕКН дозволяє зменшити втрати тепла, а автоматизований контроль процесу дозволяє оптимізувати витрати енергії. Крім того, дана технологія сприяє зменшенню викидів CO<sub>2</sub> за рахунок ефективного використання енергії, що робить її більш екологічною порівняно з традиційними методами.

Дослідження показали, що система комбінованого нагріву є перспективною не лише для великих підприємств, але й для малих та середніх за виробництвом хлібопекарень, оскільки вона поєднує доступність з високою ефективністю. Впровадження таких технологій дозволить виробникам в Україні конкурувати на ринку за рахунок підвищення якості продукції та зниження собівартості.

Отже, запропонований комплекс обладнання на основі ІЧ нагрівання та ЕКН є інноваційним рішенням для сучасних хлібопекарних цехів. Він поєднує енергозбереження, контроль якості та адаптивність до різних видів хлібобулочних виробів. Комбіноване використання ІЧ нагрівання та ЕКН в технології виробництва хліба є перспективним напрямком, який може значно підвищити ефективність виробництва, знизити витрати та покращити якість продукції. Це робить його актуальним для сучасних хлібопекарних підприємств, які прагнуть до інновацій та підвищення конкурентоспроможності на ринку.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на інтеграцію додаткових функцій, наприклад використання відновлюваної енергії для підвищення екологічності виробництва, а також на розробку більш компактних та модульних версій обладнання для малих підприємств. Впровадження таких технологій відкриває нові перспективи для розвитку хлібопекарної промисловості та забезпечення споживачів якісною та доступною продукцією.

### **Список літератури**

1. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини : монографія в 3 ч. Ч. 2. Використання електроконтактного нагрівання в процесах жарення кулінарної продукції / О.І. Черевко та ін. Харків : ХДУХТ, 2012. 151 с.

2. Технологічні особливості електроконтактних методів обробки харчових продуктів / О.І. Черевко [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. Харків : ХДУХТ, 2010. Вип. 2 (12). С. 124-128.

3. Ohmic Heating as an Alternative Food Processing Technology by Destinee R. Anderson : a report. Kansas State University, 2008. 45 p. [Electronic resource]. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=841ed4340bd2fd72608af6abcac8ebdeec4f1e8b>.



## ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПАКУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Лебединець І.В., к.т.н., доцент, Косточка О.Д.,  
здобувач вищої освіти (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The present theses examine the most advanced technologies and equipment for packaging grub products in dry containers, which will make it possible to improve storage conditions and preserve organoleptic characteristics*

В харчовій промисловості упаковка відіграє важливу роль в забезпеченні збереження продуктів в процесі просування товару, реалізації та споживання придбаної продукції. Способи зберігання та пакування продовольчих товарів людство намагається вдосконалити з давніх часів, та на сьогодні досягло в цьому питанні серйозних успіхів. Зокрема, сучасні прогресивні технології пакування, такі як вакуумна, та активна упаковка, упаковка в регульованому газовому середовищі дозволяють значно підвищити терміни зберігання, при цьому майже виключаються втрати аромату та ваги харчових продуктів.

Враховуючи важке становище переробної і харчової промисловості України внаслідок агресії північного сусіда, існує нагальна потреба забезпечення цивільних та військових верст населення продуктами харчування. При цьому актуальним питанням на сьогодні є збереження якості готових продуктів довготривалий час. З проміж сучасних методів пакування, особливу увагу заслуговує асептична упаковка, яка дає можливість подовжити термін зберігання харчової продукції, навіть за кімнатної температури.

Така упаковка як правило містить шари поліетилену, картону та алюмінію, поєднання яких забезпечує високі бар'єрні властивості, та захищає продукт в упаковці від псування. При цій технології широко застосовується упаковка типу «Комбіблок», Тетра-Пак», «Тетра Брік Асептік», «Ультра-Пак». «Пюр-Пак», «Брік-Пак» із багатошарових комбінованих матеріалів. Асептичним методом упаковують в основному рідкі та пастоподібні продукти: молоко та молочні продукти, соки, харчові супи, безалкогольні напої, вина, продукти з томатів, алкогольні напої, оливкову олію та ін. В процесі асептичного упаковування проводять окремо стерилізацію упаковки та продукту, після чого упаковка заповнюється та закупорюється в стерильних умовах. Процес стерилізації, заповнення продуктом та пакування проводиться замкненим циклом, автоматично в стерильній зоні пакувальної машини, що виключає можливість потрапляння мікроорганізмів в продукт.

Асептична упаковка дозволяє суттєво збільшити строк зберігання харчового продукту, не використовуючи консервантів. Зрівняно з традиційною упаковкою, наприклад зі скла, асептична упаковка має ряд переваг – менша вага та собівартість, стійкість до пошкоджень, екологічно безпечніша.

Незважаючи на те, що представлена технологія широко використовується виробниками вже деякий час, вона не втратила своєї актуальності, та є однією з прогресивних та особливо затребуваних у цей важкий період для країни. Доцільним є подальше вивчення багатошарових комбінованих матеріалів з метою підвищення їх захисних властивостей, та вдосконалення обладнання для асептичного пакування харчових продуктів.

## ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТІСТОМІСИЛЬНОЇ МАШИНИ

Паляничка Н.О., к.т.н., доцент; Лебедев А.О., здобувач вищої освіти  
(ТДАТУ ім. Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна)

*Abstract. The work substantiates the need to improve the design of a dough mixer for kneading dough and presents the essence of the modernization itself.*

Споживання хліба забезпечує людину майже на 50% добовою потребою у вуглеводах, приблизно на третину — білками, а також більш ніж наполовину — вітамінами групи В, сполуками фосфору та заліза. Хліб, виготовлений із пшеничного обойного або житнього борошна, практично повністю задовольняє потребу в харчових волокнах [1].

Сучасне хлібопекарське виробництво відзначається високим рівнем механізації й автоматизації технологічних процесів, впровадженням інноваційних технологій і постійним оновленням асортименту хлібобулочних виробів, а також широким використанням малопотужних підприємств з різними формами власності.

Детальний аналіз кожної одиниці обладнання в технологічному ланцюгу виробництва хлібобулочних виробів дозволяє зробити висновок: тістомісильна машина суттєво впливає на якість кінцевого продукту. Її конструкція дає змогу змінювати параметри роботи, що дозволяє підвищити продуктивність, зменшити енергоспоживання та покращити властивості тіста. Дослідження доводять, що інтенсифікація замісу сприяє швидшому дозріванню тіста [2].

Змішування — це поєднання борошна, води, дріжджів, солі й олії в однорідну масу з формуванням необхідних фізико-механічних характеристик і насиченням її повітрям, що створює сприятливі умови для процесу бродіння.

Під час замісу необхідно не лише рівномірно розподілити компоненти, але й забезпечити механічне опрацювання з метою утворення характерної структури тіста.

У хлібопеченні застосовуються різні моделі тістомісильних машин, які, враховуючи тип борошна, рецептуру та специфіку виробів, здійснюють різний механічний вплив. Якість їхньої роботи оцінюється органолептично та за показниками готової продукції [3].

Для приготування густих опар та тіста зазвичай використовують стандартні місильні машини, тоді як для рідких опар — спеціалізовані змішувачі.

Висока якість тіста можлива лише за дотримання режимних вимог і оптимальних параметрів замісу: інтенсивності, частоти взаємодії з лопаттю, тривалості процесу. У нашій розробці було модернізовано місильний елемент тістомісильної машини, який представлено на рис.1. Замість стандартного елемента встановлено новий — з металевої труби  $\varnothing 20 \times 3,2$  відповідно до ДСТУ 8936:2019, який зберігає форму усіченого конуса.

На твірних елементах нової конструкції електрозварюванням закріплено шайби з кроком 50–60 мм. Ці деталі виготовляють зі сталі, їхній зовнішній діаметр — 65 мм, внутрішній — 27–28 мм. Кожна шайба встановлена під кутом  $45...50^\circ$  до осі мішалки, причому їхній нахил чергується, що забезпечує зміну

напрямку обертання тіста між шарами. Між осями шайб кут становить  $45^\circ$ .

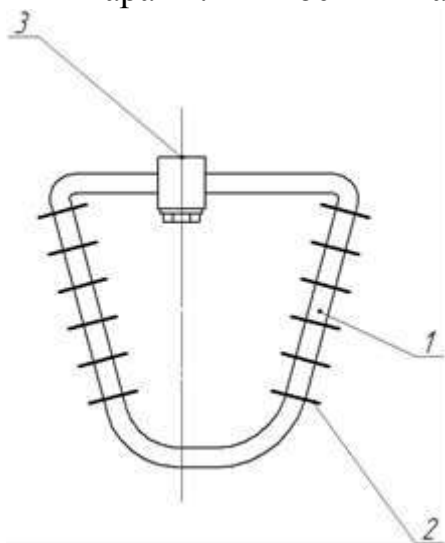


Рис. 1. Схема місильного органу модернізованої тістомісильної машини:  
1 – місильний орган; 2 – шайби; 3 – ступиця місильного органу

Принцип дії машини такий: після встановлення діжі вмикається електропривід повороту траверси, яка переводиться у робоче положення. Діжу герметично закривають кришкою, далі активується привід місильного елемента. Місильний орган обертається, забезпечуючи інтенсивну обробку тіста. По завершенні процесу електродвигун зупиняється автоматично, траверса піднімається, і місильний елемент виймається з діжі.

Завдяки конструктивним змінам тісто розподіляється на кілька шарів, кожен з яких має власну траєкторію руху через різні напрямки нахилу шайб. Це сприяє більш ефективному розминанню та розтягуванню тіста, скорочуючи тривалість замісу без шкоди для якості.

Список літератури:

1. Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Ялпачик В.Ф. Технологічне обладнання хлібопекарської і макаронної галузі: навчальний посібник. Київ: ПрофКнига, 2021. 372 с.

2. Ялпачик В.Ф., Загорко Н.П., Паляничка Н.О., Буденко С.Ф., Самойчук К.О., Кюрчев С.В., Верхоланцева В.О., Олексієнко В.О., Циб В.Г. Технологічне обладнання для переробки продукції рослинництва: Лабораторний практикум. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 277 с.

3. Ялпачик В.Ф., Олексієнко В.О., Ялпачик Ф.Ю., Самойчук К.О., Гвоздев О.В., Циб В.Г., Паляничка Н.О., Шевченко В.І., Борхаленко Ю.О., Буденко С.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2015. 196 с.

## МОДЕРНІЗАЦІЯ ХЛІБОПЕКАРНОГО ОБЛАДНАННЯ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Карпенко Л.К., к.т.н., доцент, Мартинова М., Божко А.В., здобувачі вищої освіти ( ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article analyzes the modernization and automation of the baking industry, their impact on product quality, economic efficiency, and environmental safety. The advantages of automation are considered, including recipe stability, cost reduction, and improved logistics. Emphasis is placed on the need for further research to ensure the sustainable development and competitiveness of the industry.*

Хлібопекарна промисловість є однією з найважливіших галузей харчової промисловості, яка забезпечує населення основним продуктом харчування — хлібом. Сучасні вимоги до якості продукції, ефективності виробництва та екологічності технологій вимагають постійної модернізації хлібопекарного обладнання. Розглянемо основні аспекти модернізації, технологічні інновації, а також економічні та екологічні переваги новітніх рішень.

З розвитком технологій та зміною споживчих вподобань, хлібопекарне обладнання потребує вдосконалення. Це обумовлено не лише конкурентоспроможністю, а й необхідністю зменшення витрат на енергію та сировину. Модернізація може включати оновлення існуючих машин, впровадження автоматизації та новітніх технологій.

Технологічні інновації та автоматизація процесів значно покращили хлібопекарну галузь завдяки наступним факторам:

- Підвищення якості продукції – сучасні автоматизовані системи забезпечують стабільність рецептури, контроль температури та вологості, що дозволяє випікати хліб з однаковими характеристиками.

- Зменшення виробничих витрат – автоматизація знижує витрати на оплату праці, мінімізує втрати сировини та енергоспоживання, що робить виробництво більш рентабельним.

- Прискорення виробничих процесів – впровадження конвеєрних ліній, роботизованих систем та сенсорного контролю дозволяє збільшити обсяги виробництва без втрати якості.

- Оптимізація логістики та зберігання – автоматизовані склади та системи управління запасами сприяють ефективному розподілу продукції, мінімізуючи її псування.

- Забезпечення безпеки та гігієни – використання сучасного обладнання зменшує контакт людини з продуктами, що знижує ризик забруднення та відповідає міжнародним стандартам безпеки харчових продуктів.

- Розвиток нових видів продукції – завдяки інноваційним технологіям виробники можуть експериментувати з рецептами, створювати безглютенові, низькокалорійні та функціональні види хліба відповідно до сучасних тенденцій здорового харчування.

Системи автоматизації, такі як SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), дозволяють контролювати та управляти виробничими процесами в

режимі реального часу. Це забезпечує підвищену точність, зменшення людського фактора та підвищення продуктивності.

Сучасні печі та замішувальні машини з використанням енергоефективних технологій здатні знижувати споживання електроенергії та газу. Наприклад, індукційні печі забезпечують швидке та рівномірне нагрівання, що зменшує витрати ресурсів.

Використання нових, легших та міцніших матеріалів для виготовлення обладнання знижує його вагу та підвищує стійкість до корозії. Це, в свою чергу, подовжує термін служби обладнання та знижує витрати на обслуговування.

Модернізація хлібопекарного обладнання має численні економічні переваги. Зниження витрат на енергію, підвищення продуктивності та зменшення відходів сировини призводять до значної економії. Крім того, впровадження нових технологій дозволяє зменшити час виробництва, що сприяє збільшенню обсягів випуску продукції.

Сучасні вимоги до екологічності виробництв вимагають впровадження технологій, що зменшують негативний вплив на навколишнє середовище. Використання відновлюваних джерел енергії, зменшення викидів та оптимізація використання води є важливими аспектами модернізації.

Модернізація рецептур хліба дозволяє покращити якість продукції та адаптувати її до сучасних споживчих вимог. Основні напрями: збагачення хліба вітамінами, мінералами, білками та клітковиною, безглютеніві й дієтичні рецепти на основі альтернативного борошна та зниженого вмісту вуглеводів, використання натуральних інгредієнтів без синтетичних добавок, інноваційні технології: закваски, ферментація, нанотехнології, зменшення цукру та солі шляхом застосування альтернативних компонентів. Модернізовані рецептури забезпечують високу якість продукції та відповідають запитам споживачів.

Модернізація хлібопекарного обладнання є необхідним кроком для забезпечення конкурентоспроможності, підвищення ефективності виробництва та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Інвестиції в нові технології та обладнання не лише сприяють економічному зростанню, а й відповідають сучасним вимогам споживачів щодо якості та екологічності продукції.

Необхідно продовжити перспективні подальші дослідження в галузі впровадження нових матеріалів та технологій, а також оцінки їх впливу на виробничі процеси та екологію. Це дозволить забезпечити сталий розвиток хлібопекарної промисловості в умовах глобалізації та зростаючих вимог до якості продукції.

Таким чином, технологічні інновації та автоматизація дозволяють хлібопекарній галузі залишатися конкурентоспроможною, відповідати вимогам ринку та покращувати якість продукції для споживачів.

## АКТУАЛЬНІСТЬ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ПТИЦІ

Онищенко В.М., д.т.н., доцент; Саєнко В.Д., студент;  
Салашенко В.С., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The key determining factors for the efficiency of using secondary raw materials from poultry processing in food product technologies have been summarized in the context of the systemic philosophy of Lean Production.*

Серед актуальних чинників суттєвого впливу на ефективність діяльності підприємства харчопереробної промисловості ресурсозбереженню приділяється значна увага.

Напрями мінімізації та усунення втрат у технології переробки птиці мають досить широкий простір для вдосконалення. При цьому сучасні управлінські рішення мають прийматись на підставі формалізованої системної філософії Lean production, як в результаті винайдення новихощадливих та ефективних рішень, так і з використанням традиційного інструментарію ресурсозбереження.

На сьогоднішній день отримано та узагальнено досить вичерпний обсяг інформації щодо структури, хімічного складу та властивостей тканин вторинних продуктів переробки птиці. Це створило теоретичне підґрунтя задля розробки пріоритетних напрямів їх раціонального використання.

Так, хімічний склад вторинних продуктів переробки птиці характеризується досить високою масовою часткою білку (здебільшого, на рівні 18–24%, за винятком кишок – 13–14%), з превалюванням лужнорозчинної фракції у гребінці, сережках, шкірі, голові та ногах, що представлено колагеном, у пір'ї – кератином, а також водо- та солерозчинними фракціями у шлунку. Доведено також високу масову частку жиру (від 2,1% у пір'ї до 11,1% у шкірі з шиї), яку представлено сумішшю моно- та дигліцеридів, фосфоліпідів, вільних жирних кислот із превалюванням фракції тригліцеридів. Значна частка ненасичених жирних кислот у складі ліпідів визначає низьку температуру плавлення жиру та характеризує його високу емульгуючу здатність, перетравлюваність та засвоюваність.

Виходячи з харчової цінності, реологічних властивостей, частки колагенових волокон, запропоновано цілеспрямоване використання вторинної сировини переробки птиці за певними групами. При цьому основними визначальними чинниками ефективності використання вторинної сировини птахопереробної промисловості у харчових технологіях залишаються: доцільність попередньої обробки, спрямованої на виділення цільової фракції або модифікацію структури білків з метою забезпечення високого ступеня перетравлюваності шлунково-кишковим трактом; технологічний функціонал відповідного рецептурного складника у харчовому продукті.

**РОЗМОРОЖУВАННЯ М'ЯСА У ВАКУУМІ**

Гурський П.В., к.т.н., доц., Івашенко С.Г., к.т.н., доц.,  
Серікова А.В., магістр (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Methods of defrosting meat using a steam-air mixture and vacuum are considered.*

Після зберігання м'яса у заморожену стані велике значення має процес розморожування, що є заключною стадією технологічного процесу холодильної обробки м'яса. При розморожуванні м'ясо відтаюють до температури, близької до криоскопічної, що забезпечує раціональні умови його подальшої переробки.

При повільному розморожуванні температуру повітря спочатку підтримують на рівні  $-5...0^{\circ}\text{C}$ , потім її поступово підвищують до  $8^{\circ}\text{C}$ . Тривалість процесу складає 3...5 діб при відносній вологості повітря 90...95% та швидкості його руху 0,2...0,3 м/с. Прискорене розморожування проводять за температури повітря  $16...20^{\circ}\text{C}$ , відносної вологості 90...95% і швидкості руху повітря 0,2...0,5 м/с. Тривалість процесу складає 24...30 год. [1].

Розморожування м'яса у вакуумі є прогресивним способом. Він заснований на використанні прихованої теплоти при конденсації пари. Пара вводиться в нижню частину лазні, що знаходиться в камері, в якій створюється розрідження вакуум-насосом до залишкового тиску в межах 2,6–2,8кПа. Водяна баня дає можливість підтримувати температуру в межах  $20\text{--}22^{\circ}\text{C}$ . За таких умов і 100%-ої відносної вологості повітря процес розморожування м'яса іде інтенсивно, при цьому втрати маси мінімальні і без перегрівання, що запобігає псуванню м'яса. М'ясо розморожується впродовж однієї години. Це залежить від конструктивних особливостей установок та маси шматків м'яса [1, 2, 3].

**Висновок.** При порівнянні способів розморожування можна сказати, що розморожування м'яса у вакуумі на 10-12 годин витрачається менше часу. При цьому зберігається колір, запах, смак м'яса. Такий спосіб ефективніше використовувати, коли не потрібне повне розморожування м'яса, яке потім подрібнюють на вовчках та куттерах. Отже, виходячи з досліджень процесу можна сказати, що розморожування м'яса у вакуумі зменшує тривалість процесу та зберігає його якість.

**Список використаних джерел.** 1. Гурський П.В., Богомолів О.В., Бредихін В.В., Денисенко С.А., Івашенко С.Г., Токолов Ю.І., Заїка В.П., Шерстюк В.С., Кісь В.М., Лук'янов І.М. Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв. Практикум. ХНТУСГ, - Харків: Діса плюс, 2019. - 256с.

2. Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Івашенко С.Г., Токолов Ю.І., Маніло В.Л., Заїка В.П., Шерстюк В.С. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв. Навчальний посібник. –Харків, «Міськдрук»: –2014. –254с.

3. Денисенко С.А., Івашенко С.Г., Аргунов І.Є., Косов М.О. До питання переробки м'ясної сировини на підприємствах малої потужності //Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв" – Харків: ДБТУ, 2021. С. 10–11.

## МОДЕРНІЗАЦІЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПОДРІБНЮВАЛЬНИХ МАШИН М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Лебединець І.В., к.т.н., доцент, Скляничук А.Г.,  
здобувач вищої освіти (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The report's abstracts outline ways to improve the grinding equipment used in meat processing plants, in particular by replacing standard knives with modernized working bodies.*

Головною задачею переробних і харчових підприємств України є поліпшення продовольчого забезпечення населення повноцінними продуктами харчування. Як відомо продукти із м'ясної сировини здатні забезпечити організм людини майже всіма необхідними для життєдіяльності амінокислотами та мікронутрієнтами. В нашій державі м'ясні продукти, зокрема ковбасні вироби традиційно користуються великим попитом.

В процесі виробництва різноманітних сарделюк, ковбас та інших виробів на м'ясопереробних підприємствах однією з основних операцій є дрібнодисперсне подрібнення м'ясної сировини. З цією метою в технологічних лініях застосовуються подрібнювальні машини, зокрема м'ясорубки та кутери.

В таких машинах виконавчими органами є декілька ножів, кількість яких варіюється від одного до дванадцяти. Ріжучі робочі органи подрібнювальних машин функціонують у складних умовах знакозмінних динамічних навантажень, при високих кутових швидкостях (наприклад, у кутерах до 6000 об/хв). Вищевказані фактори призводять до підвищення витрат електроенергії та, в результаті до удорожчання кінцевої продукції. Слід відзначити, що саме кутери та м'ясорубки є найбільш енергоємними машинами в технологічних лініях виробництва ковбасних виробів. Відомо, що на сьогоднішній день українська система енергозабезпечення знаходиться в дуже важкому стані, внаслідок агресії північного сусіда. У зв'язку з цим актуальним є питання пошуку шляхів модернізації обладнання, зокрема для подрібнення м'ясної сировини з метою підвищення його продуктивності, зниження енерговитрат, та в кінцевому результаті зменшення навантаження на енергосистему країни.

Для вирішення задачі модернізації подрібнювального обладнання м'ясопереробної промисловості різними дослідникам запропоновані деякі варіанти. Наприклад, збільшити продуктивність кутера періодичної дії можливо шляхом збільшення швидкості обертання ножів, або кількості ріжучих робочих органів. Однак розрахунки доводять, що такий спосіб призведе до збільшення навантаження на робочі органи, та кількості випадків виходу з ладу, а також до можливості перегрівання фаршу. Ще один з варіантів вирішення даної проблеми – встановлення додаткового ножового валу з ножами. Проте при збільшенні продуктивності підвищаться і питомі енерговитрати.

Проведені попередні дослідження показують, що найбільш перспективним варіантом вдосконалення подрібнювальних машин, які застосовуються на м'ясопереробних підприємствах є заміна стандартних ножів на модернізовані робочі органи зі зменшеною бічною поверхнею та доцільно розрахованою геометрією леза.



## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ КОРМІВ ДЛЯ ТВАРИН

Гавриш Т.В., к.т.н., доцент; Ткаченко В.Ю., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*In modern animal husbandry, an important role is successfully provided by high-quality feed, which not only increases productivity, but also has a positive effect on animal health and reduces environmental impact. The use of natural additives, such as herbal extracts, essential oils, probiotics and enzymes, allows you to improve the digestion and absorption of nutrients. Encapsulation preserves the biological activity of valuable components, and antioxidants extend the shelf life of feeds. Automated feeding systems significantly optimize costs and ensure the stability of rations.*

Актуальність теми зумовлена зростаючими вимогами до ефективності та екологічності тваринництва. Збільшення попиту на якісну продукцію вимагає розробки сучасних технологій виробництва кормів, що забезпечують збалансоване харчування, раціональне використання ресурсів і зменшення негативного впливу на довкілля.

Використання альтернативних білкових джерел, натуральних добавок та автоматизації процесів підвищує продуктивність тварин і сприяє сталому розвитку галузі [2].

Раціони великої рогатої худоби вдосконалюються через застосування мікробних інокулянтів, побічних продуктів та буферних добавок, що покращують травлення. У свинарстві альтернативні джерела білка, зокрема білки комах і мікроводорості, дозволяють знизити витрати на корми, а екструзія підвищує засвоюваність зернових. Важливим напрямом є переробка органічних відходів для створення поживних кормових сумішей. [1].

У риборівництві заміна рибного борошна на білки рослинного походження, комах і водоростей сприяє зниженню залежності від морських ресурсів. Мікрокапсуляція забезпечує поступове вивільнення вітамінів, пробіотики зміцнюють імунітет риб, а екструзія та вакуумне покриття покращують якість кормів. [1].

Розвиток кормової галузі стосується і спеціалізованих напрямків тваринництва. Для коней розробляють збалансовані раціони, у вівчарстві використовують місцеві кормові ресурси, а в хутровому тваринництві популярні добавки з омега-3 жирними кислотами для покращення якості хутра. [1].

Збільшення попиту на комбікорми стимулює технологічні інновації у виробництві. Все більше господарств самостійно виготовляють корми, контролюючи склад і мінімізуючи витрати. Виробничі комплекси оснащуються сучасним обладнанням, зокрема зернодробарками, змішувачами, екструдерами, дозувальними системами та транспортерами, які забезпечують безперервний та точний технологічний процес.

Автоматизація підвищує продуктивність, стабілізує якість кормів і знижує залежність від людського фактору. Для зберігання кормів застосовуються сучасні силоси, бункери та спеціалізовані склади, що створюють оптимальні умови для збереження поживних властивостей кормових сумішей.

Великі агропідприємства інвестують у будівництво повноцінних комбікормових заводів, тоді як малі та середні господарства дедалі частіше використовують мобільні міні-цехи.

Такий підхід дозволяє швидко адаптувати рецептуру кормів до поточних потреб тварин, забезпечувати їх вітамінами та мікроелементами, а також контролювати якість кінцевої продукції.

Раціоналізація виробничих процесів і ефективне використання ресурсів сприяють оптимізації витрат, підвищенню рентабельності тваринництва та сталому розвитку агропромислового сектору [3].

Сучасне виробництво кормів відіграє ключову роль у підвищенні ефективності тваринництва. Використання інноваційних технологій, альтернативних білкових джерел і натуральних добавок покращує якість кормів і їхню поживну цінність.

Автоматизація оптимізує витрати, стабілізує склад кормів і зменшує негативний вплив на довкілля. Подальше вдосконалення технологій сприятиме продуктивності тваринництва, економічній ефективності та розвитку агропромислового комплексу.

#### **Список літератури:**

- 1. Сучасні технології виробництва і переробки продукції тваринництва** [Електронний ресурс] / Одеський державний аграрний університет. – Режим доступу: <https://osau.edu.ua>
- 2. Підвищення ефективності виробництва кормів для тварин** [Електронний ресурс] // *Eurojet*. – Режим доступу: <https://eurojet.com.ua>
- 3. Яке обладнання потрібне для виробництва кормів** [Електронний ресурс] // *Neuero Україна*. – Режим доступу: <https://neuero-ukraine.com.ua>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРУ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕФЕКТУ ІНДУКОВАНОГО ТЕПЛОМАСООБМІНУ СИРОВИНИ З РІЗНОЮ ТЕПЛОПРОВІДНІСТЮ

Трипілець В.В., здобувач вищої освіти (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The paper investigates the temperature kinetics of raw materials with different thermal conductivities during drying using the effect of induced heat and mass transfer.*

Для дослідження кінетики температури під час сушіння з використанням ефекту індукованого тепломасообміну (ІнТМО) сировини з різною теплопровідністю застосовували наступну методику. Роботами по дослідженню цього ефекту показано, що температура матеріалу при зневодненні з його використанням має кілька характерних ділянок, які істотно відрізняють даний спосіб сушіння від інших теплових способів.

Для температури під час сушіння із застосуванням ІнТМО спостерігаються два екстремуми: локальний максимум при середніх значеннях вологовмісту зразка та мінімум в області гігроскопічного стану. Типовість термограм дає можливість проведення якісного аналізу, тобто може бути використана для реєстрації наявності ефекту ІнТМО.

Відсутність характерних екстремумів на термограмі свідчить про «блокування» механізмів масообміну в тій або іншій частині зразка під час зневоднювання. Таким чином, помістивши термодіаграму в сировину всередині тепломасообмінного модуля можна судити про «запуск» ефекту ІнТМО та швидкість зміни вологовмісту матеріалу, що зневоднюється.

Щільність заповнення тепломасообмінного модуля змінює ефективну теплопровідність. При цьому збільшення щільності заповнення сприяє кращому тепловому потоку крізь частинки сировини. Цей процес аналогічний зміні теплопровідності самих частинок за умов постійного ступеня заповнення тепломасообмінного модуля. Тому були досліджені модельні зразки з високою теплопровідністю частинок.

Як досліджувані модельні матеріали використовувались: мідний дріт, обплетений тканиною; мідний дріт та дерев'яна тирса, які розміщалися шарами товщиною 1 і 2 мм відповідно.

Порівняння кривих кінетики відносної температури для мідного дроту за різних температур сушильного агента показує, що крива з ростом температури сушильного агента зміщується вздовж координатної осі, на якій відкладено безрозмірний час. Тобто з ростом температури сушильного агента мінімум температури, який відповідає максимуму швидкості сушіння настає раніше. Пояснюється така поведінка тим, що мідний дріт має високу теплопровідність і, як наслідок, високу чутливість до температури сушильного агента. Тому з ростом температури сушильного агента максимум інтенсивності сушіння настає швидше. Також слід відмітити, що крім зміщення локального мінімуму відносно тривалості процесу зневоднення, він зміщується ще й відносно температури сушильного агента. Тобто з ростом температури сушильного агента збільшується різниця між даною температурою і температурою всередині зразка.

## МОРОЗИВО ДЛЯ ВЕГАНІВ

Усата К.С. магістрант; Фесенко А.М., ст. викладач.  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article examines the growing interest of Ukrainians in plant-based alternatives to meat and milk. The main types of plant-based milk are analyzed, with a focus on oat milk, its beneficial properties, and its potential use in ice cream production. The technological process of its production and its impact on product characteristics are described. The feasibility of using plant-based raw materials to create ice cream with enhanced nutritional value has been established.*

Згідно з соціальним опитуванням, все більше українців виявляють інтерес до зменшення споживання м'яса на користь альтернативних продуктів, що виготовляються з рослин. Мова йде про так зване рослинне м'ясо та рослинне молоко тощо.

У результаті цього дослідження було визначено, що 14,8% населення України вводять у свій раціон рослинні замітники м'яса, а 13,9% – молока. Готовність українців вживати рослинні альтернативи у разі прийнятної ціни продемонстрували 65,3% опитаних.

Основною сировиною для морозива є молоко. У зв'язку з особливостями харчування веганів для виробництва морозива необхідно застосовувати рослинне молоко. Аналіз інформації показав, що на сьогодні існує близько 35 видів рослинного молока [1,2].

Їх можна розподілити на п'ять груп:

- ✓ Рослинне молоко із злакових – вівсяне, рисове, гречане, кукурудзяне, пшеничне, житнє, ячмінне.
- ✓ Рослинне молоко із зернобобових – соєве, арахісове, люпинове.
- ✓ Рослинне молоко з горіхів – мигдальне, кокосове, фісташкове, кедрове, з волоського горіха, кеш'ю та фундука.
- ✓ Рослинне молоко з олійного насіння – кунжутне, лляне, конопляне, соняшникове, гарбузове.
- ✓ Рослинне молоко з псевдозернових культур – амарантове, макове, з кіноа, чіа тощо.

Перед виготовленням цього продукту потрібно дослідити кілька видів рослинного молока, а саме гречане, мигдальне та вівсяне. Оскільки вівсяне молоко має нейтральний смак, який можна посилити додатками, наприклад, ваніллю, полуницею чи авокадо, то доцільність використання вівсяних пластівців у технології зумовлена тим, що вони містять велику кількість природних харчових компонентів, які легко засвоюються організмом [3].

Вівсянка знижує рівень цукру та холестерину в крові, захищає шкіру від подразнень. Користь вівсянки очевидна для людей, які мають проблеми з опорно-руховим апаратом. Вона нормалізує роботу багатьох органів і систем організму. Фосфор та кальцій зміцнюють кісткову систему, коріння волосся та нігтьову пластину. Вітамін В нормалізує процес травлення, позитивно впливає на шкіру. Завдяки високому вмісту заліза та мінералів вівсянка є відмінним продуктом для профілактики різних захворювань. Йод сприяє розумовому розвитку,

вітаміни А і Е – підтримують здоров'я шкіри та волосся, калій і магній знімають м'язову втому, а також рекомендовані при судомогах м'язів.

Можлива технологія виробництва вівсяного молока. Вівсяні пластівці замочують у воді при температурі 18–20°C, перемішують, час набухання становить 3 години. Потім суміш направляють на подрібнення, яке триває 5–10 хвилин. Після цього відбувається подача суміші на фільтрування. Готовий вівсяний напій використовується для приготування суміші для морозива з подальшим підігрівом, внесенням додаткових компонентів, гомогенізацією та пастеризацією.

Стаття [4] містить дослідження щодо використання рослинних піноутворювачів, які можуть бути застосовані і в технології веганського морозива. Інгредієнти, які використовуються для створення піни або стабілізаційних пінних структур і дозволяють замінити яєчні білки – це рослинні піноутворювачі. До рослинних піноутворювачів відноситься лецитин, кіноа, ксантанова камедь, кокосове молоко, аквафаба, сапоніни. Функціональні властивості бобових (наприклад, нуту) є важливими для їх поточного використання в харчових продуктах, і їх властивості досліджуються при розробці замінників тваринного білка.

Таким чином, на підставі теоретичних досліджень встановлено можливість та доцільність використання рослинної сировини для виробництва морозива функціонального призначення. Завдяки використанню вівсяних пластівців морозиво відрізняється підвищеною біологічною цінністю. Це рослинне морозиво збагачене каротиноїдами, мінеральними речовинами, природними вуглеводами тощо. Додавання у суміш морозива вівсяного напою позитивно впливає на технологічні властивості продукту, зокрема на його збитість.

### **Список літератури.**

1. Д'яконова А. К., Степанова В. С. Виробництво рослинного заміника молока. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2016. Вип.2(24). С. 127-136.
2. Технологія веганських та вегетаріанських харчових продуктів: метод. вказівки до проведення практичних занять з дисц. для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання спец. 241 «Готельно-ресторанна справа» ОПП «Готельно-ресторанна справа»; уклад. А. Е. Радченко. Харків: ДБТУ, 2024. 13 с.
3. Антонюк, О. В. Розроблення технології морозива молочного та ароматичного з рослинними екстрактами : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.18.04 «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів» / Антонюк Олена Володимирівна. Національний університет харчових технологій. – Київ, 2014. – 28 с.
4. Паламарек К. В. Інноваційні технології зефіру на основі рослинного піноутворювача / К. В. Паламарек, О. Г. Вдовічена // Таврійський науковий вісник. Сер.: Технічні науки. – 2024. – №. 4. – С. 260–270. – DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.26>.

## ІННОВАЦІЙНІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ У ЦУКРОВІЙ ГАЛУЗІ

Фесенко А.М., ст. викладач, Усата К.О., студентка.  
(ДБТУ, Харків, Україна)

***Abstract.** The article examines modern innovative technologies that ensure environmental safety and efficiency of processing and food industries in the sugar sector. The prospects for the introduction of resource-saving technologies and methods of secondary use of waste to minimize the environmental impact of sugar production are determined.*

**Вступ.** Виробництво цукру є важливою складовою харчової промисловості, проте воно супроводжується значним впливом на довкілля, зокрема високим споживанням води, енергії та утворенням значних обсягів відходів. Інноваційні екологічно безпечні технології сприяють підвищенню ефективності виробництва, зменшенню викидів та оптимізації використання ресурсів [1].

### **Основні напрями інновацій у цукровій галузі:**

#### **1. Оптимізація технологічних процесів**

- Використання вдосконалених методів екстракції цукру, що забезпечують зниження втрат сировини та зменшення витрат енергії.
- Впровадження мембранних технологій для очищення та концентрування цукрових розчинів, що дозволяє скоротити використання реагентів та знизити кількість стічних вод.

#### **2. Ресурсозберігаючі технології**

- Використання енергоефективного обладнання та відновлюваних джерел енергії (біогазові установки, сонячні панелі) для забезпечення автономності підприємств.
- Впровадження систем рекуперації тепла, що дозволяє використовувати вторинну енергію для обігріву та технологічних процесів [2].

#### **3. Вторинне використання відходів**

- Використання жому як сировини для виробництва біопалива, кормів та добрив.
- Переробка мелясних відходів для отримання біоетанолу та інших корисних продуктів.
- Впровадження технологій очищення стічних вод за допомогою біологічних методів, що сприяють мінімізації забруднення водних ресурсів. Біологічне очищення стічних вод передбачає використання природних механізмів розкладу органічних домішок за допомогою штамів мікроорганізмів. Сучасні цукрові виробництва варто орієнтувати на використання не біологічного очищення стічних вод природним шляхом на полях фільтрації чи землеробських полях зрощення, як це було десятиліттями, а відтворення природних механізмів у штучних умовах за допомогою аеротенків чи біофільтрів. Цей спосіб дозволяє значно зменшити забруднення та нераціональне використання земель.

#### **4. Цифровізація та автоматизація виробництва**

- Використання систем Індустрії 4.0 для моніторингу та оптимізації про-

цесів, що дозволяє зменшити витрати ресурсів і підвищити продуктивність. Концепція четвертої промислової революції передбачає цифровізацію та автоматизацію виробництва з використанням передових технологій. У цукровій галузі Індустрія 4.0 дозволяє автоматизувати контроль виробництва, зменшити витрати ресурсів та підвищити якість продукції [3].

○ Застосування технологій штучного інтелекту та великих баз даних для прогнозування та оптимізації роботи обладнання.

Для оцінки ефективності впровадження інноваційних технологій розглянемо технологічні параметри процесу виробництва цукру з буряків. Основні показники включають:

• **Коефіцієнт екстракції цукру** – традиційні методи забезпечують вихід 82-85%, тоді як мембранні технології дозволяють підвищити цей показник до 90-92% [1].

• **Споживання води** – сучасні системи рециркуляції води зменшують її використання до 5 м<sup>3</sup> на 1 тону переробленої сировини (проти 10 м<sup>3</sup> у традиційних методах).

• **Енергоспоживання** – впровадження рекуперації тепла та біогазових установок дозволяє скоротити витрати енергії на 15-20% [2].

• **Скорочення відходів** – завдяки переробці жому у біопаливо або корми обсяг відходів скорочується на 50-60%.

• **Рівень очищення стічних вод** – біологічні методи очищення дозволяють досягти ступеня очищення до 98%, що значно перевищує нормативні вимоги.

**Висновки.** Впровадження інноваційних екологічно безпечних технологій у цукровій галузі є важливим кроком до сталого розвитку промисловості. Зниження негативного впливу на навколишнє середовище, підвищення ефективності виробництва та оптимізація використання ресурсів сприятимуть екологічній та економічній стабільності галузі. Подальші дослідження у цьому напрямі допоможуть удосконалити існуючі технології та сприяти розвитку циркулярної економіки в харчовій промисловості.

#### Список літератури.

1. Власенко Л. О. Ладанюк А. П. Підвищення ефективності функціонування технологічного комплексу цукрового заводу за рахунок використання методів діагностики та прогнозування // Восточно-Европейский журнал передових технологій. – 2010. - № 2/3 (44). – С. 57-62.

2. Штангеєв К. О. Випарні установки та теплові схеми цукрових заводів. – Київ, 2015. – 57 с.

3. Liashenko S, Fesenko A., Liashenko O., Kis V., Ivashchenko H. Determination and Estimation of the Influence of Different Types of Disturbances on the Thick Juice Colour to Apply in Automated Process Control Systems of the Sugar Mill Evaporators // *International Journal of Emerging Technologies in Engineering Research (IJETER)*, Volume 8, Issue 5, June (2020). pp 2133-2139.

## ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ ВИРОБІВ

Головко Т.М., д.т.н., професор; Жеребкін М.В., к.т.н., ст. викл.;  
Хижковий Б.С., студент, (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Quality management of meat production can be achieved by implementing modern technologies in production, automating processes, prioritizing quality control of raw materials and final products, training and development of personnel, as well as implementing a system of quality standards and certification. It is also important to ensure effective logistics and resolve the issue of waste disposal.*

Для покращення організації виробництва м'ясних продуктів можна розглянути наступні стратегії: впровадження принципів ощадливого виробництва для оптимізації виробничих процесів і зменшення відходів; інвестування в технології автоматизації для підвищення ефективності та продуктивності; проведення регулярних програм навчання та розвитку для працівників, щоб підвищити їхні навички та знання; впровадження заходів контролю якості, щоб забезпечити стабільність і безпеку продукції; оптимізація управління ланцюгом поставок для покращення потоку сировини та готової продукції; використання аналітики даних для відстеження показників ефективності та визначення областей для покращення; бути в курсі галузевих тенденцій та інновацій, щоб залишатися конкурентоспроможними на ринку.

Досягнення високих темпів зростання виробництва м'ясних виробів може бути досягнуто за рахунок потужного технічного та технологічного переозброєння практично всіх виробничих процесів з виробництва м'ясних продуктів. Основними напрямками у розвитку науково-технічного прогресу є впровадження технологічних ліній із застосуванням механізованого та автоматизованого обладнання.

У прагненні до того, щоб продукцію доставляти у свіжому вигляді, зберігши всі її первісні властивості на м'ясокомбінатах організують відділення вакуумної упаковки. Вакуумна упаковка дозволяє продовжити термін зберігання виробів без застосування консервантів, а, отже, дозволяє успішне транспортування, завойовуючи нові ринки збуту, а підприємству – розширювати географію поставок. Випуск високоякісної та безпечної м'ясної продукції можливий лише за добре налагодженого ветеринарного санітарного та лабораторного контролю виробництва. Якість готового продукту обумовлюється якістю сировини та допоміжних матеріалів, правильністю його переробки на всіх етапах виробничого процесу та дотриманням встановлених рецептур.

Таким чином, секрет успіху будь-якого м'ясопереробного підприємства має кілька складових – високий професіоналізм співробітників, впровадження передових технологій, оснащення сучасним технологічним обладнанням, а також культура постійного вдосконалення, заохочуючи відгуки та пропозиції від співробітників.



## CLASSIFICATION OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR HOMOGENIZATION

Паляничка Н.О., к.т.н., доцент;

Ковальов О.О., к.т.н., ст. викл.; Черненко Р.О., здобувач вищої освіти  
(ТДАТУ ім. Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна)

*Анотація. Робота присвячена аналізу технологічного обладнання, яке використовують для гомогенізації молока та молочних продуктів з метою визначення найбільш ефективнішого, що дає змогу отримати якісний продукт.*

Homogenization refers to a technological process designed to create a uniform mixture from components that are normally immiscible. This technique finds applications in various industries, including agriculture, chemical manufacturing, food processing, pharmaceuticals, and cosmetics. However, its most widespread use is in the dairy sector, particularly in the production of milk-based products. The equipment used for this purpose is known as a homogenizer [1].

In the dairy industry, valve-type homogenizers are predominantly employed. The conventional design of these devices includes a plunger pump that generates high pressure and a two-stage system of homogenizing valves held against their seats by springs. The valve homogenizer operates in the following manner: liquid enters the chamber beneath the valve, and the flow pressure is counteracted by a back-pressure assembly consisting of a spring-loaded rod and a compression nut, which helps to maintain a narrow clearance between the valve and its seat. Due to the spring force, the valve remains pressed against the seat. As pressure increases, the valve assumes a floating position, and the emulsion flows through a thin annular gap (ranging from 0.05 to 2.5 mm), undergoing homogenization in the process.

An analysis of valve homogenizers reveals several drawbacks: they are large and heavy, require significant amounts of metal for construction, consume a high level of energy, and experience rapid wear of working parts, especially the valve surfaces. Additionally, the cost of such machines can be relatively high (approximately 30,000 UAH for a unit with a throughput of 5,000 L/h). It should be noted that foreign counterparts do not offer significant advantages in these areas.

Based on studies of multicomponent mixture dispersion through adiabatic boiling, a new category of homogenizing devices has been developed—vacuum homogenizers. In this system, milk is preheated to 80°C and delivered into a vacuum chamber maintained at 0.01–0.02 MPa by a vacuum pump.

Despite their benefits, vacuum homogenizers are not capable of reducing the average fat globule diameter below 2.0 microns. Nevertheless, they offer several advantages, such as lowering product acidity, increasing heat resistance, removing dissolved gases and odors, and decreasing microbial load.

Ultrasonic homogenizers are also widely used to disperse the fat phase of milk, leveraging the phenomenon of acoustic cavitation. These devices can produce not only emulsions but also fine suspensions. The breakdown of particles occurs in two phases: microcracks develop upon particle collision, followed by the propagation and expansion of these cracks under the influence of cavitation shock waves. Ultrasonic

vibrations are typically generated using hydrodynamic or electromechanical methods (e.g., electromagnetic, magnetostrictive, or piezoelectric transducers).

One key advantage of ultrasonic homogenization lies in the ability to finely control the process by adjusting the frequency and amplitude of the sound waves. Additionally, ultrasonication can sterilize milk at ambient temperature by inactivating microorganisms while preserving heat-sensitive nutrients such as vitamins.

Another category of homogenizing equipment includes rotor-pulsation apparatuses (RPA). These operate by feeding milk under pressure into a rotating chamber. As the rotor spins, its channels alternately align and misalign with those in the stator, causing periodic pressure fluctuations. When the channels are blocked, pressure rises; when they align, it drops rapidly.

However, milk processed in RPAs tends to contain a broad distribution of fat globule sizes, including relatively large particles, which can negatively affect the quality and consistency of certain dairy products.

Jet-impact homogenizers operate on the principle of directing a high-speed jet of milk onto a flat deflector plate. Fat breakdown occurs both within the emulsifying channel—due to turbulent eddies and pulsations that create shear gradients—and upon impact with the plate, where velocity differentials further contribute to fat globule fragmentation.

In counterflow jet homogenizers, milk is forced under pressure through two opposing nozzles aligned along a common axis. Homogenization takes place in the emulsifying channel due to rapid velocity changes, upon exiting the channel, and especially at the point of jet collision. When jets with equal velocity and spray characteristics meet, significant shear gradients arise, inducing stresses that deform and rupture the fat globules. This design offers energy savings due to the efficient mechanism of particle disruption.

Nevertheless, this method is not without its downsides. Counterflow jet homogenizers often suffer from excessive foam formation and remain largely impractical for industrial use.

A more recent innovation in this field is the pulse-type milk homogenizer. Research has shown that intense, intermittent mechanical impulses can effectively fragment the dispersed phase of an emulsion.

Tests of the pulsed homogenizer indicate that it generates pressure fluctuations up to 1.5 MPa at a frequency of 50 Hz. After treatment, the average size of fat globules in the processed milk is approximately 0.5 microns.

In conclusion, analysis suggests that pulse homogenizers offer a highly promising solution for dairy homogenization. They provide superior homogenization performance while maintaining relatively low energy consumption.

#### References:

1. Samoichuk K.O., Kyurchev S.V., Yalpachik V.F., Palyanichka N.O., Verkholantseva V.O., Lomeiko O.P. Innovative technologies and equipment of the industry. Processing of plant products: practical manual. TDATU. Melitopol: publishing and printing center "Lux", 2020. 312 p.

**СЕКЦІЯ 4.****НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬГОСПМАШИНОБУДУВАННІ****ОПТИМІЗАЦІЯ ФІЛЬТРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БЛОКУ ПІДГОТОВКИ ПОВІТРЯ ДЛЯ ЕКСТРУДЕРА SJ-55-800 З МЕТОЮ ЗАПОБІГАННЯ ДЕФЕКТАМ ПРИ ОТРИМАННІ ПОЛІЕТИЛЕНОВОЇ ПЛІВКИ**

Калюжний О.Б. к.т.н., доцент; Брик І.І., магістрант  
(ДТБУ, м. Харків, Україна)

*The study examines the impact of air quality on polyethylene film production using the SJ-55-800 extruder. It identifies shortcomings in the existing filtration system that cause film defects. A multi-stage filtration system with HEPA and carbon filters, automated control, and fluoroplastic filters is proposed to enhance efficiency, reduce costs, and improve product quality.*

В процесі виробництва поліетиленової плівки за допомогою екструдера SJ-55-800 якість підготовленого повітря відіграє вирішальну роль. Забруднення у повітряному потоці можуть спричинити дефекти плівки, що веде до втрат матеріалу та зниження продуктивності. Основна мета цього дослідження – удосконалення фільтраційної системи блоку підготовки повітря для забезпечення високої якості кінцевої продукції.

Блок підготовки повітря екструдера SJ-55-800 включає в себе кілька рівнів фільтрації, які забезпечують очищення від механічних та газових забруднень. Проте наявна система має низку проблем, серед яких недостатня ефективність фільтрації, що призводить до залишкових частинок у потоці повітря, часте засмічення фільтрів, яке викликає підвищення тиску та необхідність їхньої частої заміни, а також нерівномірне розподілення очищеного повітря у камері екструзії. При недостатньо ефективному очищенні повітря можуть виникати дефекти, такі як включення сторонніх частинок у структуру плівки, що спричиняє її ламкість та нестабільність, утворення мікропор, які погіршують механічні та бар'єрні властивості, а також зниження оптичних характеристик, зокрема матовість, поява плям та неоднорідність товщини.

Для підвищення ефективності очищення повітря пропонується впровадження багатоступеневої системи фільтрації. На першому етапі передбачається первинна фільтрація, яка передбачає видалення великих частинок за допомогою механічних фільтрів грубого очищення. Далі слідує тонка фільтрація з використанням HEPA-фільтрів для усунення дрібнодисперсних часток. Наступним кроком є адсорбційна фільтрація, яка включає застосування вугільних фільтрів для поглинання газових домішок та летючих органічних сполук. Крім того, передбачається автоматизація контролю фільтрів шляхом встановлення датчиків забруднення, що дозволить здійснювати своєчасну заміну фільтруючих елементів. Важливим аспектом є також оптимізація повітряного потоку для рівномірного розподілу очищеного повітря та забезпечення стабільності процесу екструзії.

Ключову роль у покращенні фільтраційної системи відіграють фторопла-

стові фільтри. Вони мають унікальні властивості, які роблять їх ідеальним вибором для використання у високотемпературних і хімічно агресивних середовищах [1]. Завдяки високій термостійкості фторопластові фільтри здатні працювати в умовах підвищених температур, що є важливим для екструзійного виробництва. Їхня хімічна інертність дозволяє уникнути взаємодії з летючими сполуками, що містяться у повітрі, запобігаючи додатковим забрудненням. Низький коефіцієнт тертя сприяє мінімальному накопиченню частинок на поверхні фільтра, що зменшує частоту його обслуговування та заміни. Використання фторопластових фільтрів також дозволяє знизити втрати тиску в системі, що сприяє економії енергії та підвищенню загальної ефективності процесу фільтрації [2].



Рис.1. Блок підготовки повітря екструдера SJ-55-800

Впровадження покращеної фільтраційної системи з акцентом на використання фторопластових фільтрів дозволить знизити кількість дефектів поліетиленової плівки, забезпечити стабільну якість продукції та зменшити витрати на виробництво, оптимізувати експлуатаційні витрати завдяки збільшенню терміну служби фільтрів та підвищити конкурентоспроможність готової продукції. Удосконалення системи фільтрації повітря в екструдері SJ-55-800 є ключовим фактором для забезпечення високої якості поліетиленової плівки. Використання сучасних фільтрів і автоматизованих систем контролю дозволить значно покращити ефективність виробництва та знизити ризик браку.

#### Література

1. Kaliuzhnyi, O.V., Platkov, V.Y. The structure and properties of porous poly(tetrafluoroethylene). *J Polym Res* 29, 32 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10965-022-02887-w>
2. Калюжний О.Б., Платков В.Я. Исследование структуры пористого материала методом графического компьютерного моделирования. *Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів»* 2017 р. №9 с.74- 77.

## ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ГАЗОТЕРМІЧНИХ ПОКРИТТІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН ОПЛАВЛЕННЯМ ПЛАЗМОВОЮ ДУГОЮ

Дерябкіна Є.С., к.т.н., доцент, Давиденко Д.В., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The use of plasma melting is proposed to increase the abrasive wear resistance of gas-thermal coatings made of economically alloyed alloys. Optimal plasma treatment modes are determined, which ensure a dense martensitic structure of the deposited coatings and fusion of the coatings with the base, with the maximum shape coefficient of the substrate penetration.*

Одним з найбільш ефективних і прогресивних напрямів створення деталей з заданими властивостями на поверхнях робочих органів ґрунтообробних машин, є нанесення газотермічних, зокрема, газополумєневих (ГПН) і металізаційних (ЕДН) захисних покриттів, як найпростіших і найбільш технологічних, які не вимагають застосування високовартісного обладнання та мають технологічну гнучкість застосування до різних типорозмірів деталей у порівнянні з плазмовим та високошвидкісним газополумєневим напилюванням (HVOF) [1]. Однак, наявність пор і шаруватої структури покриттів призводить до зниження їхньої абразивної зносостійкості, а досить низька адгезія покриття в умовах експлуатації може призвести до відшарування і швидкого руйнування під впливом абразиву.

Дослідження ГПН та ЕДН отримали спрямованість на раціональне активування процесів напилювання поверхні та її подальше модифікування [2]. Високу зносостійкість, твердість та інші властивості покриттів можна забезпечувати такими методами модифікування, як термо - або термомеханічного зміцнення. За критеріями вартості та продуктивності переважно використання комбінації технології напилювання та подальшої плазмової обробки, що відкриває широкі можливості для підвищення міцності зчеплення і зниження пористості газотермічних покриттів.

Однак вплив плазмового поверхневого оплавлення на властивості напилених покриттів систем Fe-C-Cr-Ti-Al і Ni-Cr-B-Si та процес поширення тепла в композиції «покриття – основа» вивчено недостатньо, що ускладнює застосування даної технології. Під час проведення термічної обробки газотермічного покриття найбільший інтерес представляє знання температури поверхні покриття та межі «покриття – підкладка» в процесі нагрівання та охолодження, необхідних для оцінки величини термічних напружень. Небезпека руйнування покриття через термічні напруження повинна враховуватися при виборі режиму нагріву. Таким чином, при визначенні параметрів режиму плазмової обробки газотермічного покриття у моделі повинні бути враховані характерні параметри плазмової обробки, а також значення теплофізичних характеристик покриття залежно від його пористості та наявності оксидних прошарків [3].

Для здійснення плазмового оплавлення металізаційних покриттів використана багатоцільова установка для плазмової обробки, що являє собою плазмовий пальник, який встановлено на універсальному наплавному верстаті У-653,

блок управління плазмотроном та джерело живлення ВД-306Ф. При роботі плазмотрону на прямій полярності як катод використовували лантанований вольфрамований пруток запресований у мідний водоохолоджуваний електродотримач, при роботі на зворотній полярності – мідний водоохолоджуваний анод з вольфрамовою вставкою. У плазмотроні використовується тангенціальна система подачі плазмоутворюючого газу - аргону. Оплавлення всієї поверхні пластини 240×70×10 (сталь 20), вироблялося шляхом послідовного формування локальних ділянок оплавлення з кроком 3,5-4 мм; на прямій полярності: погонна енергія складала - 0,67 МДж/м, діаметр сопла-4 мм, дистанція обробки - 6 мм, витрата плазмоутворюючого газу-2,5 л/хв, витрата захисного газу - 4,5 л/хв.; на зворотній полярності: погонна енергія - 0,61 МДж/м, діаметр сопла-4 мм, дистанція обробки - 6 мм, витрата плазмоутворюючого газу -3 л/хв, витрата захисного газу - 4,5 л/хв.

За результатами розрахунків проведено оцінку впливу пористості, складу та товщини покриття на їх теплофізичні характеристики, а також, параметрів режиму плазмової обробки на коефіцієнт форми проплавлення композиції. На основі отриманих даних визначено параметри режиму плазмової обробки, що забезпечують сплавлення з основою, при максимальному коефіцієнті форми проплавлення підкладки.

Плазмова обробка напиленого покриття призвела до його повного переплаву та усунення структурних неоднорідностей. Передбачається, що метал оплавлених покриттів матиме мартенситну структуру дендритну морфології з виділенням первинних та вторинних карбідів. Кількість мартенситної фази в оплавленому шарі внаслідок високого вмісту хрому буде більше, що забезпечить більшу твердість покриття, а знижений вміст вуглецю обумовлюватиме велику пластичність мартенситу, отже, і більшу тріщиностійкість отриманих покриттів. Встановлено, що утворення щільної структури дрібнодисперсного мартенситу з карбідним зміцненням та рівномірний розподіл легуючих елементів при оплавленні покриття призводить до підвищення його мікротвердості в 1,5 рази порівняно з газотермічним покриттям до оплавлення, що має неоднорідну структуру мартенситу. Зносостійкість оплавлених покриттів у 2,5 рази вище, ніж у покриттів до оплавлення. За результатами експлуатаційних випробувань встановлено, що ресурс зміцнених за пропонованою технологією дисків борони при обробленні суглинних ґрунтів на 34 % вищий у порівнянні з серійними дисками зі сталі 65Г після об'ємного загартування.

Список використаних джерел

1. Черновол М.И., Поединок С.Е., Степанов Н.Е. Повышение качества восстановления деталей машин. Киев: Техніка, 1999.168с.

2. Лузан С.А., Дерябкіна Е.С. Підвищення технологічних властивостей покриттів. *Тезиси на Міжнародний науково-технічний Конгрес ОТТОМ-9*, Харьков 2008.С.334-336.

3. Коваленко В.М., Іванов О.П. Вплив плазмового оплавлення на структуру газотермічних покриттів. *Вісник Національного технічного університету України "КПІ". Серія: Машинобудування*. 2019. Вип. 25 (2). С. 56-63.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВІБРАЦІЙНОГО РІЗАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Лисенко С. В., старший викладач; Дмитренко М.З., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, sevoli@ukr.net)

*The article analyzes the process and technological features of vibration cutting of materials, and proposes a cutting tool design that improves surface quality during processing.*

У сучасному машинобудуванні при обробці багатьох матеріалів, особливо таких, як високолеговані сталі та деякі сплави кольорових металів, існує низка проблем, пов'язаних з відведенням та транспортуванням стружки. Це тому, що у процесі різання цих матеріалів утворюється довга безперервна стружка в вигляді стрічки чи спіралі. Наявність такої стружки знижує якість та надійність обробки, ускладнює експлуатацію автоматизованого обладнання, веде до збільшення виробничого травматизму, виникають проблеми з транспортуванням та зберіганням стружки, що в цілому призводить до зниження продуктивності. Вирішення цих проблем є актуальним завданням металообробки. За рахунок модернізації існуючих або створення нових процесів різання, удосконалення конструкції різальних інструментів, застосування нових інструментальних матеріалів, прогресивних схем обробки тощо.

Метою даної роботи є розгляд основних кінематичних залежностей, проведення аналізу процесу та технологічних особливостей вібраційного різання, розробка конструкції ріжучого інструменту, що забезпечує покращення шорсткості при обробці матеріалів.

При вібраційному різанні кінематика процесу є первинним фактором, що відрізняє його від звичайного різання. Тому всі зміни фізичних параметрів (сила і температура різання, усадка стружки і т. і.) і технологічних показників (стійкість різального інструменту, шорсткість обробленої поверхні, точність і т. і.) обумовлюються змінами кінематичних параметрів процесу різання: товщини і довжини шару, що зрізається, законів формування елементів шару, часу роботи та відпочинку різального інструменту.

Технологічні особливості вібраційного різання пояснюються його кінематичними особливостями. Так, при точінні з вібраціями оброблена поверхня має специфічний зовнішній вигляд із характерними слідами ріжучого інструменту. Якщо при звичайному точінні сліди обробки є паралельними лініями, то при вібраційному - хвилясті. Це відбивається і на шорсткості обробленої поверхні, яка стає значно гіршою. Для поліпшення шорсткості на вершині різців для вібраційного точіння заточують фаску шириною  $f = 1...2$  мм під кутом  $\varphi'_1 = 30'...1^\circ 30'$  (рис. 1). Заточування фаски дозволяє при вібраційному точінні отримувати поверхні з шорсткістю  $R_z = 20...40$  мкм.

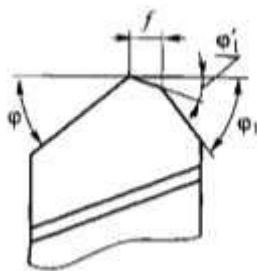


Рис. 1. Заточення вершини токарного різця для вібраційного точіння.

Стійкість різців при точінні з вібраціями при використанні оптимальних режимів обробки і без застосування МОР залишається приблизно такою ж, як і при звичайному точінні.

В цілому застосування точіння з вібраціями є ефективним способом чорнової та напівчистої обробки матеріалів різанням, що забезпечує надійне стружкодробління та підвищення стійкості ріжучого інструменту при використанні МОР. При цьому точність обробки зберігається такою самою, як і при звичайному точінні [1].

При вібраційному свердлінні додатковий коливальний рух інструменту дозволяє отримати дрібно подрібнену стружку, зручну для видалення із зони обробки. Це значно покращує шорсткість обробленої поверхні (до  $Ra = 0,63... 1,25$  мкм) і підвищує точність обробки (до 8...9-го квалітету точності) в порівнянні з звичайним свердлінням.

**Висновки.**

1. Застосування вібраційного різання дозволяє знизити динамічну ударну в'язкість, підвищення крихкості руйнування при різанні, знизити тертя та температуру різання.

2. Використання способу вібраційного різання та пристрою для інтенсифікації процесу різання дозволяє підвищити продуктивність обробки мінімум у 2 та більше разів залежно від діапазону чисел обертів шпинделя токарного верстата:

- збільшити вихід одержуваної продукції за рахунок використання високошвидкісного та силового різання (різання з великими подачами);

- при обробці на низьких та середніх швидкостях різання, при вібраційній обробці, сили різання в 5-10 разів менше, ніж при звичайному різанні, отже, знижується енергоємність.

### Список літератури

1. Лисенко С.В. Використання вібраційних технологій для поліпшення показників оброблюваності матеріалів. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Випуск 168. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Харків., 2016. Україна.

2. Paris H., Tichkiewitch S., Peigne G. Modelling the vibratory drilling process to foresee cutting parameters // CIRP Annals - Manufacturing Technology. 2005. Vol. 54, is. 1. P. 367-370. DOI: 10.1016/S0007-8506(07)60124-3



## ВПЛИВ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ АЛЮМІНІЄВИХ ДЕТАЛЕЙ ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ДВЗ НА ТРИБОКОРОЗІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

Клочко О.Ю., д.т.н., проф; Ільїн М.С., Ремень В.О., Левченко О.С. магістри  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Tribocorrosion tests of the melted layers on the surface of the AlSi12CuNiMg alloy showed their increased resistance to abrasive wear in engine oil with an admixture of sulfuric acid. The value of the friction coefficient for the melted alloy is higher than for the original material without laser treatment.*

В сучасному машинобудуванні, незважаючи на зростаючу частку використання новітніх композитних та неметалевих матеріалів, є елементи, котрі несуть настільки значні механічні або термічні навантаження, що їх виробництво з існуючих на даний момент неметалевих матеріалів є неможливим [1]. Таким матеріалом, що найчастіше використовуються в конструкціях машин і пристроїв, є сплави алюмінію. Вигідне співвідношення механічних властивостей і щільності та легкість механічної обробки дозволяють використовувати такі сплави у виробництві багатьох конструкційних елементів двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) різного використання. Найбільш схильним до зносу та впливу корозії елементом ДВЗ є поршень [2]. Його ефективність передачі теплових і механічних навантажень часто визначає період безвідмовної роботи двигуна.

Одним із завдань проведених досліджень було оцінка впливу поверхневого зміцнення, проведеного лазерним оплавленням в умовах надшвидкого відводу тепла, поршня ДВЗ, виготовленого із сплаву АЛ25, на його експлуатаційні властивості. Основним критерієм оцінки придатності обробки поверхні сплаву АЛ25 для поршнів ДВЗ, є стійкість до трибокорозійного зношування.

Більшість сплавів алюмінію мають невелику стійкість до трибологічного зносу. Високі трибологічні властивості виявляють сплави системи Al-Si, що мають переважно евтектичну ( $\alpha$ +Si) структуру. При оцінці трибологічних явищ, що виникають при зворотно-поступальному русі поршня ДВЗ, в оптимальних умовах між поршнем та циліндром спостерігається кінетичне, беззношувальне і рідинне тертя ковзання. Подібна ситуація спостерігається й всередині канавок поршневих кілець. Додатково в цих місцях відбуваються коливальні удари кілець у бокові поверхні канавок, що призводить до втомного зносу. Між кільцями і гільзою циліндра виникає граничне тертя, коли поверхні розділені тонким шаром мастильного матеріалу. Ситуація змінюється під час роботи ДВЗ в умовах незбалансованого режиму. Контакт робочих поверхонь може призвести до граничного тертя ковзання або сухого тертя, що може спричинити інтенсивний знос або навіть стирання. Значний знос тертя може мати місце під час різкого навантаження нерозігрітого двигуна, що спричинено збільшенням діаметра поршня через підвищення температури при незмінному діаметрі циліндрової втулки. Під час незбалансованих періодів роботи всередині двигуна виникають умови, що сприяють розвитку корозійних процесів. Поєднання абразивних та корозійних процесів призводить до виникнення втомно-абразивного зносу (фретинг-корозії). Значне прискорення руйнування матеріалу обумовлене великою схильністю до корозії металів, позбавлених захисних покриттів [3]. Іноді

збільшення зношення матеріалу призводить до утворення продуктів корозії, що знижують сили тертя. Продукти корозії можуть також бути матеріалом з високою твердістю, виконуючи функцію абразиву.

Дослідження величини абразивного зношування в умовах тертя ковзання проводили зразках  $15 \times 15 \times 8$  мм, при  $80^\circ\text{C}$ , з номінальним тиском 27.5 МПа і швидкістю ковзання 0.1 м/с. Використовували контртіло із сірого чавуну СЧ30 твердістю 197 НВ у формі гільзи з внутрішнім діаметром 8 мм і зовнішнім 11 мм. Випробовували поверхню оплавлену лазером з потужністю 6 кВт і швидкістю руху променя 1 м/хв, як без механічної обробки ( $R_a \approx 3,2$  мкм,  $R_z \approx 28,4$  мкм), так після шліфування наждачним папером 1200 ( $R_a \approx 0,17$  мкм,  $R_z \approx 1,5$  мкм); а також у вихідному стані після обробки наждачним папером 600 ( $R_a \approx 0,91$  мкм,  $R_z \approx 6,3$  мкм). Випробування проводили на ручному трибометрі в середовищі мінерального моторного масла Lotos city 15W40 з додаванням концентрованої сірчаної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в концентрації 0,01 М/л.

Величину лінійного зносу розраховували за втратою маси зразків. Дані, отримані таким чином, порівнювали зі значеннями, визначеними із записаних профілограм. У період припрацювання ковзної пари спостерігався більший знос оплавленого шару, ніж основного матеріалу. Після цього періоду швидкість зношування зменшилася, і оплавлений шар мав більшу стійкість до трибокорозії, ніж сплав у вихідному стані. На рисунку наведено усереднену та згладжену залежність лінійного зношування від траєкторії тертя.

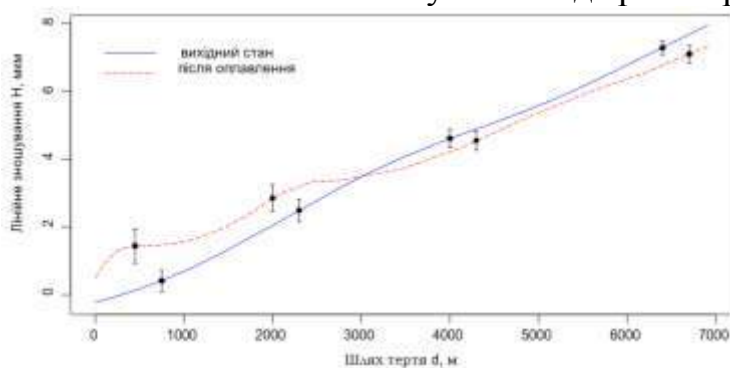


Рисунок - Досліджування трибокорозійних властивостей (лінійного зношування, H, мкм) сплаву АЛ25 у вихідному стані та після обробки лазером потужністю 6 кВт при швидкості проходження 1 м/хв

Значення коефіцієнта тертя, зафіксоване під час випробування сплаву без лазерної обробки, зросло від 0.06 у період припрацювання до 0.07 наприкінці експерименту. У випадку оплавленого шару коефіцієнт тертя зменшився з 0.09 до 0.08 порівняно з вихідним станом.

#### Література

1. Tamara Skoblo, Oksana Klochko, Efim Belkin, Aleksandr Sidashenko. Effective Technological Process of Crystallization of Turning Rollers' Massive Castings: Development and Analysis /International Journal of Mineral Processing and Extractive Metallurgy (IJMPM), 2(3), 2017, 34-39. DOI: 10.11648/j.ijmpm.20170203.12.

2. Скобло, Т., Сидашенко, А., Плугатарев, А., Клочко, О. та інш. (2014). Особливості зношування деталей паливної апаратури сучасних дизельних двигунів. *Проблеми трибології*, 71(1), 6–13. URL: <https://tribology.khnu.km.ua/index.php/ProbTrib/article/view/84>

3. Клочко О.Ю., Дерябкіна Є.С. Дослідження впливу комбінованого аргонодугового наплавлення на якість антифрикційного шару. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2024. №25. С.68-79. <https://doi.org/10.37700/ts.2024.25.68-79>

## IDENTIFICATION OF THE CAUSES OF NON-CONFORMITIES IN THE PRODUCTION PROCESS AND SUBSEQUENT IMPLEMENTATION OF MEASURES

Korenko Maroš<sup>1</sup> – profesor, Taras Shchur<sup>2</sup> - PhD, Kazán Luboš<sup>1</sup> - PhD student, Laca Matej<sup>1</sup> - bachelor student, Dvořák Samuel<sup>3</sup> - student of DSA secondary school  
<sup>1</sup>Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia, <sup>2</sup>State Biotechnological University, <sup>3</sup>Private secondary vocational school polytechnic DSA, Nitra, Slovakia.

*В статті проаналізовано виявлення причин невідповідностей у виробничій організації різних підприємств Словаччини та розглянуто методи покращення їх якості.*

Identifying and managing non-conformances is a large process that involves almost all sectors of a manufacturing organization. Most companies in Slovakia already understand the need to continuously address quality improvement. This thesis focuses on the use of FMEA to identify the causes of nonconformances in a manufacturing organization. The FMEA method is a system and risk analysis that is part of the professional fields and its role is to optimize and reduce risk. It is a preventive method and therefore it is important to perform it in a timely manner.

The PDCA method is an improvement method. In order to make the right decisions during the management of the production process, 4 steps - Plan, Do, Check, Action - need to be followed. As a result, the whole PDCA cycle needs to be repeated[1].

An effective team method for finding as many ideas as possible is the brainstorming technique[2]. It finds its application especially in situations that require a non-standard solution. In this paper, we are most concerned with the FMEA method, which is quite frequently used. The FMEA method is often used in manufacturing due to the fact that we can use it as a standard for other products[3]. With the help of FMEA we can determine the amount of risk of each potential defect and based on that it is possible to take effective measures to reduce the risk. Using this method, we have found that the biggest problem tends to be worker inattention.

### References:

- 1.PAPP, J. 2013. *Quality Management in the Imaging Sciences*. Maryland Heights, Missouri : Mosby, 2013. ISBN 9780323277105.
- 2.WILSON, Ch. 2013. *Brainstorming and Beyond: A User-Centered Design Method*. Burlington, Massachusetts, USA : Morgan Kaufmann, 2013. ISBN-13 : 978-0124071575.
- 3.BEDNÁŘOVÁ, D. 2013. *Řízení kvality*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta, 2013. ISBN 978-80-7394-404-9.

## ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗЧЕПЛЕННЯ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ САМОХІДНИХ ШАСІ

Макаренко М. Г., доцент, Малий В.А., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The issue of optimizing the design parameters of the clutch of self-propelled chassis in order to increase their reliability is considered. The research is aimed at analyzing existing design solutions, identifying weaknesses and substantiating methods for improving the clutch, which will allow increasing its resource.*

Зчеплення є одним з найважливіших елементів трансмісії самохідних шасі, яке забезпечує передачу крутного моменту від двигуна до ведучих коліс і впливає на тягово-динамічні показники машини. Недостатня надійність цього вузла призводить до зниження ресурсу експлуатації, збільшення витрат на технічне обслуговування та ремонт, а також погіршення економічних показників роботи техніки.

У ході дослідження було здійснено детальний аналіз експлуатаційних даних зчеплень самохідних шасі різних типів із застосуванням статистичних методів, порівняльного аналізу та математичного моделювання процесів зношування та навантажень вузлів. Для цього було проведено серію комп'ютерних моделювань із дослідженням різних типів фрикційних матеріалів, що дозволило визначити закономірності їх зношування в умовах реального навантаження. Виявлено, що найбільший вплив на ресурс зчеплення мають температурні навантаження, що виникають унаслідок тертя під час роботи механізму, а також нераціональний розподіл контактних зусиль між поверхнями зчеплення.

Вивчення умов експлуатації дозволило визначити типові конструктивні недоліки, що знижують ресурс механізму. Зокрема, було зафіксовано нерівномірний розподіл навантаження на фрикційні накладки, що призводило до їх нерівномірного зносу та передчасного виходу з ладу. Аналіз термографічних даних показав, що існуючі конструкції зчеплення мають обмежену здатність до ефективного відведення тепла, що спричиняє перегрів і деградацію матеріалу фрикційних елементів. Крім того, встановлено, що пружні елементи зазнають втомних навантажень, що з часом призводить до їх пластичної деформації та втрати працездатності.

Для розв'язання зазначених проблем запропоновано застосування новітніх композитних фрикційних матеріалів з поліпшеними антифрикційними властивостями, високою термостійкістю та теплоізоляційними характеристиками. Було розроблено рекомендації щодо використання високотемпературних сплавів для виготовлення основи зчеплення, що дозволяє підвищити теплову стійкість конструкції. Крім того, проведена оптимізація геометричних параметрів пружних елементів за допомогою чисельних методів аналізу напружено-деформованого стану. Отримані результати моделювання свідчать про можливість зменшення амплітуди і частоти циклічних навантажень, що дозволило підвищити загальну довговічність та надійність вузла в реальних умовах експлуатації.

Використовуючи сучасні методи комп'ютерного моделювання, зокрема метод скінченних елементів (МКЕ), багатофакторне оптимізаційне моделювання з застосуванням планування експерименту та чисельний аналіз теплових навантажень, було визначено оптимальні конструктивні параметри зчеплення. В межах дослідження розроблено математичну модель процесу взаємодії фрикційних поверхонь, яка враховує динамічні навантаження, температурні режими, вплив зношування та розподіл контактних напружень [1 - 4].

Особливу увагу приділено визначенню оптимальної товщини фрикційних накладок та вибору матеріального складу, який забезпечує стабільний коефіцієнт тертя, високу термостійкість і мінімізоване відшарування поверхневих шарів. Дослідження показали, що застосування новітніх композитних матеріалів з наноструктурованими включеннями дозволяє підвищити стійкість до абразивного та термічного зносу, що суттєво продовжує термін служби зчеплення. Також було оптимізовано геометрію, жорсткість та демпфуючі характеристики пружних елементів на основі аналізу напружено-деформованого стану, що дозволило зменшити пікові навантаження на 20–25 % та запобігти втомним руйнуванням.

Проведені чисельні дослідження підтвердили, що запропоновані рішення забезпечують прогнозоване збільшення ресурсу експлуатації зчеплення на 30–35 % порівняно з базовою конструкцією. Висока кореляція між розрахунковими та експериментальними даними підтверджує адекватність моделювання, наукову обґрунтованість і практичну цінність отриманих технічних рішень.

Висновки. Проведені дослідження підтвердили, що оптимізація конструктивних параметрів зчеплення суттєво впливає на підвищення надійності, довговічності та ефективності експлуатації самохідних шасі. Завдяки таким заходам вдалося збільшити експлуатаційний ресурс вузла до 30 % і суттєво знизити загальні витрати на технічне обслуговування та ремонт техніки, що підтверджено експериментальними даними та математичним моделюванням.

#### **Список використаних джерел**

1. Макаренко М. Г., Пиріжок В.І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.

2. М. Г., Макаренко, Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.

3. Макаренко М. Г., Калашник Є. А. Переваги переходу до проактивного технічного обслуговування тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 189.

4. Макаренко М. Г., Хейло В. О. Використання штучного інтелекту для вбудованих систем діагностики автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С.82-85.

## АЛЬТЕРНАТИВНІ ПІДХОДИ ДО УТИЛІЗАЦІЇ ПОРИСТОГО ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ

Калюжний О.Б. к.т.н., доцент; Марченко М.М., магістрант  
(ДТБУ, м.Харків, Україна)

*The article discusses the material polytetrafluoroethylene (PTFE), its application in various industries, and the risks associated with its use. The article outlines current approaches to PTFE recycling and possible alternatives aimed at reducing its negative impact on the environment.*

Політетрафторетилен (ПТФЕ) – це синтетичний полімер, що відзначається винятковою хімічною інертністю, термостійкістю та низьким коефіцієнтом тертя. [1] Завдяки своїй структурі, в якій атоми фтору міцно зв'язані з вуглецевим ланцюгом, він не реагує з агресивними хімічними речовинами, не піддається корозії та зберігає стабільність у широкому діапазоні температур.

Ще одна важлива перевага ПТФЕ – його унікальна антифрикційна властивість, що робить його одним із найменш зношуваних матеріалів. Він не змочується водою та маслами, а також має високу стійкість до механічного впливу, що дозволяє застосовувати його у вузлах тертя без додаткового змащення. Ці характеристики пояснюють його широке використання в промисловості, медицині та побутових товарах [2].

Незважаючи на переваги матеріалу над аналогами і широкий спектр його застосувань, у матеріалу є і суттєві недоліки. Вони є безпосередньо пов'язаними з його фізико-хімічними властивостями. Політетрафторетилен є одним із найстійкіших полімерів, що значно ускладнює його утилізацію. Його хімічна інертність і термічна стабільність роблять традиційні методи переробки, такі як біологічний розклад або термічне спалювання, неефективними та навіть небезпечними. Матеріал не піддається природному розкладу, що призводить до його накопичення у довкіллі, а під час спалювання ПТФЕ виділяє токсичні сполуки, які можуть завдати шкоди здоров'ю людини та атмосфері.

Одна з головних проблем утилізації полягає у виділенні небезпечних продуктів розпаду. При нагріванні до високих температур ПТФЕ може випускати корозійні гази та фторвуглецеві сполуки, які негативно впливають на дихальну систему людини та можуть спричинити подразнення, інтоксикацію або хронічні захворювання [3]. Дослідження також вказують на потенційну шкоду мікрочастинок ПТФЕ, які потрапляють у воду та ґрунт, а потім можуть потрапити в організм людини через харчові продукти.

Екологічний вплив також залишається серйозною проблемою. Накопичення пластикових відходів з ПТФЕ створює ризики для водних екосистем, де частинки матеріалу можуть пошкоджувати організми або навіть потрапляти у харчовий ланцюг. Таким чином, проблема утилізації ПТФЕ є не лише технологічним викликом, а й питанням екологічної безпеки, що вимагає нових методів переробки та більш екологічних альтернатив

Вирішити проблему утилізації ПТФЕ можна шляхом застосування альтернативних технологій, що дозволяють мінімізувати його вплив на довкілля. Одним із ефективних методів є механічне подрібнення матеріалу, після чого

отриманий порошок використовується для створення нових полімерних композицій [4]. Для цього застосовують електронне або гамма-опромінення, яке дозволяє отримати мікрочастинки з оптимальними властивостями для подальшої обробки. Вторинна переробка ПТФЕ таким способом сприяє скороченню відходів і дає змогу зменшити потребу у виробництві первинного матеріалу.

Ще одним підходом є контрольоване знешкодження ПТФЕ у спеціальних реакторах, де створюються умови для безпечного руйнування полімеру. Наприклад, плазмова обробка дозволяє розкласти матеріал без утворення токсичних побічних продуктів. Такий метод має значний потенціал у промисловій утилізації, оскільки може бути адаптований до переробки великих обсягів полімерних відходів.

Окрім фізико-хімічних методів, перспективними є біотехнологічні підходи, які передбачають використання спеціалізованих мікроорганізмів для розкладу ПТФЕ. Хоча цей напрямок ще перебуває на стадії експериментальних досліджень, він має потенціал для створення екологічно безпечних рішень у майбутньому. Також розглядається можливість розробки нових видів фторполімерів, які зберігатимуть корисні властивості ПТФЕ, але будуть легше піддаватися переробці або природному розкладу.

Альтернативні методи утилізації пористого ПТФЕ, зокрема механічне подрібнення, плазмова обробка та біотехнологічні підходи, демонструють перспективність у зменшенні екологічного навантаження цього полімеру. Однак для їхньої ефективної реалізації необхідні подальші дослідження. Насамперед, наша робота буде спрямована на оптимізацію процесу механічного подрібнення для отримання вторинної сировини з покращеними характеристиками, а також на дослідження умов плазмового руйнування ПТФЕ з мінімальним утворенням токсичних продуктів. Окрему увагу буде приділено розробці мікробних культур, здатних до розкладу фторполімерів, що відкриє можливості для створення екологічно безпечних біотехнологічних методів переробки.

### Список використаної літератури

3. Kaliuzhnyi, O.B., Platkov, V.Y. The structure and properties of porous poly(tetrafluoroethylene). *J Polym Res* 29, 32 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10965-022-02887-w>

4. Калюжний О.Б., Платков В.Я., Автухов А.К., Марченко М.М. Вплив комбінування пороутворювачів NaCl та NaHCO<sub>3</sub> на структуру та фізико-механічні властивості пористих політетрафторетиленів. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів* 2024, № 25 (2024), 50-57.

5. Bruno Améduri, Hisao Hori. Recycling and the end of life assessment of fluoropolymers: recent developments, challenges and future trends (2022). *Chem. Soc. Rev.*, Issue 13, 2023.

6. Hideyuki Kasuga (2020). RECYCLING PTFE WASTE: Establishing a Method for Recycling PTFE Waste., *SAMPE Journal* , Vol 56.

## ПІДВИЩЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ БПЛА ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КАРБОНОВОЇ РАМИ

Петрик О. В., аспірант

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*This paper presents an analysis of structural optimization approaches aimed at enhancing the operational efficiency of unmanned aerial vehicles (UAVs) for precision agriculture. Special attention is given to the influence of lightweight carbon composite materials on reducing overall mass while maintaining structural integrity. The study emphasizes the relevance of finite element modeling and experimental validation in the development of durable and energy-efficient drone platforms suitable for agricultural applications.*

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) відіграють дедалі важливішу роль у сучасному агропромисловому виробництві. Вони активно використовуються для моніторингу посівів, точкового внесення добрив, картографування полів та інших завдань точного землеробства. Водночас ефективність роботи БПЛА безпосередньо залежить від їх здатності здійснювати тривалі автономні польоти з високою маневреністю та стійкістю. Одним із головних чинників, що обмежує ці характеристики, є конструкційна маса апарата, зокрема рами.

Застосування легких композитних матеріалів, зокрема карбонових, дозволяє значно зменшити масу БПЛА без втрати жорсткості й міцності [1]. Карбонові волокна мають високе значення питомої жорсткості, що робить їх ідеальними для створення несучих елементів у дронах. На відміну від металів, таких як алюміній, або полімерів на основі PLA (полілактид), карбонові композити забезпечують оптимальне співвідношення маса/міцність і мають добрі демпфувальні властивості, що зменшує вібрації під час польоту [2].

Поєднання сучасних інженерних методів, таких як генеративний дизайн і топологічна оптимізація, дозволяє створювати каркаси з мінімальною масою та високою механічною ефективністю. Так, при використанні генеративного підходу масу рами квадрокоптера було зменшено на 47%, одночасно підвищивши коефіцієнт тяга/маса та коефіцієнт запасу міцності [3].

Важливим етапом у розробці конструкції є чисельне моделювання напружено-деформованого стану каркасу за допомогою методу скінченних елементів (FEM). В одному з досліджень відхилення між результатами симуляції та фізичними випробуваннями складало лише 8.7%, що підтверджує високу точність моделей [4]. Використання карбоново-епоксидних труб, що витримують навантаження понад 5.4 кН при малій масі, забезпечує високу надійність у польових умовах, зокрема при змінних вітрових навантаженнях.

Перспективним є повний цикл інженерного аналізу конструкції карбонової рами БПЛА: від побудови САД-моделі у середовищі SolidWorks або Fusion 360 до FEM-аналізу та виготовлення фізичного прототипу. Експериментальні випробування можуть включати тестування на жорсткість, вібраційну стабільність, енергоефективність і тривалість автономного польоту. Порівняльна оцінка з аналогічними конструкціями на основі алюмінію та полімерів дозволяє оцінити ефективність обраного підходу.



Результати таких досліджень мають практичну цінність для виробників дронів, що спеціалізуються на агросекторі, та можуть бути використані для створення енергоефективних платформ нового покоління. Підвищення роботоздатності БПЛА через конструктивні рішення безпосередньо впливає на точність, надійність і рентабельність сільськогосподарських технологій.

**Список використаних джерел:** 1. Guebsi R. et al. Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review, 2023.

2. Balayan A. et al. Optimal Design of Quadcopter Chassis Using Generative Design and Lightweight Materials, 2023.

3. Al-Haddad M. et al. Quadcopter UAV Structural Design Using Topology Optimization and Additive Manufacturing, 2024.

4. Gutierrez-Rivera J. et al. Design, Construction and FEM Analysis of a Hexacopter for Precision Agriculture, 2024.

## ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН З НАДМІЦНИМИ СТРУКТУРАМ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ

Гончаренко О.О., к.т.н., доцент;

Яценко В.Ю. студент 208АІбд., 4-й курс 2група 208 Агроінженерія  
(Полтавський державний аграрний університет, 36003 Україна, м. Полтава  
вул. Сковороди, 1/3) кафедра агроінженерії та автомобільного транспорту)

*The wear of metals and alloys occurs in quanta. The strength of the material of machine parts is determined by the strength of the bond between the particles of its components. The higher the energy of this bond, the higher the wear resistance of the parts. Scientific directions and principles of designing and forming ultra-strong, with minimal wear, machine parts are formulated.*

Причини пошкоджень та руйнувань сучасних деталей машин досить різноманітні. Можна вважати, що деталі машин пошкоджуються, а потім руйнуються внаслідок трьох головних причин: старіння, корозія, зношення, причому останній у 9-ти з 10-ти випадків призводить до відмови машин, усунення яких можливе лише ремонтним впливом. Причиною зносу, як вважали раніше, є зовнішнє тертя. Узагальнюючі дослідження показали, що знос деталей машин відбувається як внаслідок зовнішнього тертя, так і, що дуже важливо, внаслідок внутрішнього тертя, бо при навантаженні зовнішнім тертям поверхня матеріалу деформується, а це і можна вважати внутрішнім тертям, що призводить до незворотного механічного розсіювання енергії, тобто до її перетворення на внутрішню енергію. Внутрішня енергія включає: енергію хаотичного (теплового) руху всіх мікрочастинок системи (молекул, атомів, іонів, елементарних частинок (е. ч.); енергію взаємодії цих частинок; енергію електронних оболонок атомів та іонів; внутрішньоядерну енергію, тобто енергію глюонів, що утримують кварки в протонах. У термодинаміці, зокрема при зносі, цікавить не саме значення внутрішньої енергії системи, а її зміна при зміні стану системи, тобто в якому агрегатному стані знаходяться складові (тобто частинки) системи, яка енергія їх взаємодії при навантаженні тертям. Кожній кристалічній речовині за даних термодинамічних умов відповідає певна атомна структура. Деякі речовини (наприклад, залізо, вуглець та ін.) у різних інтервалах температури та тиску мають у рівноважному стані різну кристалічну структуру, що називається поліморфізмом, і що визначається швидкістю переходу з одного агрегатного стану елемента до іншого. Так, наприклад, при швидкості охолодження металу при переході з рідкого стану в тверде, що дорівнює 1000000 К/с, атоми не встигають перебудуватися в кристалічній решітці і метал має аморфну будову. Такі метали називаються скляними, вони мають міцність, близька до теоретичної. Щільність упаковки частинок (атомів) у ґратах характеризується координаційним числом, що показує, скільки найближчих частинок оточує кожен атом в кристалі.

Стійкість кристалічної структури обумовлюється зв'язком між частинками (найчастіше між атомами) кристала, залежно від типу якого розрізняють кристали: атомні з ковалентним зв'язком; іонні з іонним зв'язком; металеві, у яких зв'язок між позитивними іонами металу здійснюється електронами провідності,

що утворюють у металі так званий електронний газ. Слід зазначити, що у металевих кристалах один якийсь у чистому вигляді зв'язку немає, проте один з них переважає в порівнянні з іншими. Всі вони: ковалентна, іонна та металева мають хімічну природу. Хімічний зв'язок взаємодії атомів з енергіями близько десятків-сотень кДж/моль. Він здійснюється в результаті усупільнення електронної щільності взаємодіючих атомів у просторі між їх ядрами. Необхідна умова утворення цього зв'язку полягає у перекриванні та стисканні вихідних атомних хвильових функцій, що призводить до збільшення тяжіння електронів до ядра, тим самим зменшення повної енергії системи. Перекривання і стиснення хвильових функцій електрона є типовими квантовомеханічними ефектами, що не мають класичного аналогу, тобто будь-який хімічний зв'язок має суттєво квантовомеханічну природу. І якщо це твердження справедливе, то і руйнування, у тому числі і зношування металів і сплавів є результатом руйнування цієї квантовомеханічної природи хімічного зв'язку частинок. Таким чином, знос має квантовомеханічну природу, тому що при зношуванні відбувається руйнування хімічного зв'язку атомів кристалічних решіток матеріалу.

Залежно від виду зношування поверхневий шар металу становить від 1-10 мкм до 10 мкм- при окислювальному; в межах 100-500 мкм при втомному; і в межах 500-1000 мкм і більше при абразивному зношуванні, у дуже важких умовах. Опір зношування цього поверхневого шару перебуватиме в прямій залежності від його структури: чим дрібніше зерна та субзерна, тим вища зносостійкість; чим менше мікрodefektів або навпаки, при великій кількості мікрodefektів, а також, чим компактніші решітки, леговані іншими елементами і термооброблені, або зроблено дисперсне зміцнення або сконструйовано таке поєднання сильної взаємодії окремих атомів у решітці, а в композитах і в зернах та субзернах окремих частинок, - тим вище зносостійкість матеріалу. Таким чином, комбінації атомів на мікрорівні, а так само комбінації субзерен і зерен на макрорівні, зрештою визначають енергію зв'язку частинок матеріалу між собою, а отже, міцність і зносостійкість матеріалу.

Знизити швидкість зношування до мінімальних значень та підвищити ресурс машин можна, наступним чином:

- виключенням зовнішнього тертя як такого, що для сільськогосподарської техніки можливе лише для вузлів електрообладнання постановкою електронного запалення;

- застосуванням принципово нових, беззносних або самоочисних конструкцій деталей, пар та вузлів тертя;

- застосуванням спеціальних парак і вузлах тертя;

- застосуванням принципово нових матеріалів з дуже високою енергією зв'язку частинок, їх складових.

Виготовлені або відновлені деталі, пари та вузли тертя на підставі вищенаведених принципів матимуть ресурс (довговічність) на порядок, два і три, більші, ніж вони мають у сучасних, низьконадійних машинах. В даний час матеріалознавці та фізики вже розробили ряд способів отримання деталей машин дуже високої зносостійкості. Сюди слід віднести одержання штучного алмазу, одер-

жання скляних металів, спосіб одержання металевого водню, зміцнення вибухом, іонно-плазмове напилення, опромінення ядрами гелію (ефект АНТ), перероблене ущільнення атомів у кристалічній решітці, спосіб отримання керамічних деталей (силіціумнітрид - Японія), виробництво ряду інших композитів та ін.

Роботу сучасної техніки можна охарактеризувати як роботу у двох тактному режимі «навантаження - руйнування». Завдання науковців спрямовано на те, щоб розробити і створити новітні технології котрі здатні будуть працювати в режимі «навантаження немає руйнування», тобто домогтись, або зменшити до нульового рівня руйнування. Для вирішення цієї проблеми слід забезпечити як об'ємну, так і, що дуже важливо, поверхневу міцність деталей машин. А це можливо насамперед шляхом створення певної структури металу, під якою розуміють збірну назву характеристик макроструктури, мікроструктури, субструктури та будови кристалічних решіток, а потім слід враховувати й структуру атомів та складових їх елементарних частинок, тому що закони взаємодії цих елементарних частинок і визначають, зрештою, сили у природі.

## ВИСНОВКИ

1. Знос металів та сплавів відбувається квантами. Міцність матеріалу деталей машин визначається міцністю зв'язку частинок його складових. Чим вища енергія цього зв'язку, тим вища зносостійкість деталей.
2. Сформульовано наукові напрями та принципи конструювання та формування надміцних, з мінімальним зношенням деталей машин.
3. Необхідні подальші теоретичні та експериментальні дослідження одержання структур із необхідними властивостями для одержання з мінімальними зношеннями деталей, пар та вузлів тертя машин на основі граничного ущільнення атомів у решітках (спосіб ГУАР).

## Література

1. Застосування антикорозійного захисту в машинобудуванні //Будаква В.В., Торошкін М.А., к.т.н., доц. Гончаренко О.О. XIV-й Міжнародний форум молоді «Молодь та сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі» Збірка матеріалів форуму. Харків: ХНТУСГ. 2018. 440с. – 131с..
2. Гончаренко, А. А., Мартыненко, А. Д., Фещенко, С. О., Фирсова, Н. В., Гончаренко, О. О., Мартиненко, О. Д., & Фирсова, Н. В. (2020). Перспектива использования сварочно-наплавочных материалов отечественного производства в современных технологиях (Doctoral dissertation, ЦНТУ).
3. Модифікування реноваційних покриттів для підвищення зносостійкості культиваторних лап [Текст] / І. М. Рибалко, О. В. Тіхонов, А. В. Захаров, О. О. Гончаренко // Вісник Херсон. нац. техн. ун-ту. - 2022. - № 37-42. - С. 37-42

## СЕКЦІЯ 5. ІННОВАЦІЇ ТА РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

### ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗАЕВТЕКТОЇДНИХ СТАЛЕЙ

А.К. Автухов д.т.н., проф, О.С. Борисенко, аспірант,  
О.С. Корнєв, аспірант, (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Information is provided on the influence of heat treatment on the mechanical properties of zeutectoid steels used for fishery products operating under conditions of high alternating loads and temperatures.*

Заевтектоїдні сталі – це сталі, що містять більше за 0,8% вуглецю, але менше ніж 2,0%. Вони мають у своїй структурі основні компоненти, такі як ферит та цементит, і є частиною сталевих сплавів, які використовують у різних галузях за рахунок своїх властивостей.

Заевтектоїдні сталі мають високу міцність, що робить їх зручними для використання в умовах, де потрібна висока стійкість до зношування. Вони також застосовуються для виготовлення інструментів, що піддаються значним механічним навантаженням.

Широке використання заевтектоїдні сталі знайшли для виготовлення сталевих литих валків, які ефективно використовуються на листо- та сортопрокатних, трубних станах, а також на профілезгинних агрегатах.

Одними з основних оціночних критеріїв працездатності виробів, що працюють в умовах підвищених знакозмінних навантаженнях та температур, поряд з показниками міцності та твердості є термічна тріщиностійкість та зносостійкість сплавів.

В роботі досліджували заевтектоїдні сталі з наступним вмістом хімічних елементів: 1,38 - 1,81%С, 0,34 - 1,7 % Si, 0,37 - 1,34% Mn, 0,69 - 1,12 % Cr, 0,78-0,98 % Ni, 0,04 -0,08 % Ti.

Виконані експериментальні дослідження показали, що в сталях з мінімальною кількістю кремнію (0,34-0,46%) і вуглецю 1,8% в литому стані має тенденція до підвищення міцнісних характеристик ( $\sigma_b$ ,  $\sigma_z$ ), а також твердості. В сталях з підвищеним вмістом кремнію (1,05-1,20%) проглядається тенденція щодо зниження всіх міцнісних характеристик сплаву.

Термічна обробка заевтектоїдних сталей призводить до зниження середньої твердості. Після відпалу твердість дослідних заевтектоїдних сталей знизилась на 18%, подвійної нормалізації - на 7%, потрійної нормалізації – 10%. Одночасно підвищуються міцнісні характеристики сталей незалежно від концентрації кремнію.

Подвійна та потрійна нормалізація забезпечують підвищення показників що, впливають на експлуатаційні характеристики заевтектоїдних сталей, відповідно: межі міцності на розрив на 11% та 7,6%, межі міцності на згин на 20% та 9,7%, термічної витривалості на 21% та 15%, зносостійкості на 19 % та 19,7% відповідно.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ

О.В. Тіхонов, к.т.н., доцент; М.О. Винник-Чаплинський, здобувач вищої освіти (Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*To solve the issue of self-installation of the puller, it is necessary to develop theoretical provisions on self-installation of actuators. This requires fundamentally new designs of devices for pressing out the "sleeve-shaft", "sleeve-housing", "shaft-housing" connections, which would ensure the quality of disassembly, speed and self-installation during the operation, which would allow to increase productivity by 2-4 times.*

Процес розбирання — важлива складова ремонтного циклу, основне джерело матеріально-технічного забезпечення складальними одиницями та деталями, придатними для складання машин або підлягають відновленню. Він займає значну частку у трудомісткості ремонтних робіт, наприклад, при капітальному ремонті тракторів до 70% складає трудомісткості робіт. Найбільш трудомісткими в розбиранні з'єднання з гарантованим натягом, які поширені в тракторах, автомобілях, комбайнах. За технологіями, що діють на виробництві, рекомендовано значну частину з'єднань з натягом ремонтіваних машин розбирати вручну, що знижує продуктивність розбирання, використання недосконалих, примітивних засобів веде до пошкодження деталей, що демонтуються, і невиправданого збільшення витрати запасних частин, знижує надійність відремонтованої техніки. Відомо, що для ремонтних цілей найбільше доцільно використовувати механічний метод розпресвання з'єднань з гарантованим натягом. При розробці технологічного оснащення приділяють увагу засобам розбирання з'єднань з натягом, проте більша їх частина відноситься до ручних засобів, а механізовані засоби не завжди вільні від недоліків, властивих традиційним ручним пристосуванням, вони не охоплюють всього різноманіття основних типів з'єднань з натягом сільськогосподарської техніки. Вибір варіантів принципів рішень проводився за виробленими критеріями, орієнтованими на завершений або високий рівень механізації засобу, продуктивну та якісну розбирання, технологічність виготовлення, пристосованість засобу та оснащення типовими гідроциліндрами. Найбільш високі рівні механізації засобів розбирання нових типів засновані на виконанні допоміжних переходів за рахунок дій тягового приводу, при яких тягові органи постають у необхідні технологічні позиції — самовстановлюються. Важливим технологічним властивістю пристрою буде самозатягування лап на деталі, що демонтуються, що забезпечує повноту її захоплення і виключає зрив при монтажі, особливо з деталі з вузьким тильним торцем (демонтажний бовт).

Одна з можливих схем представлена на рис.1 з оновленим принципом підвіски тягових елементів на шарнірах та траверсі рис.2 при цьому ефект самозатягування виникає при навантаженні тягового штока  $Q$  при подоланні сил тертя.

$$F_3 + 2F_4 - Q_x = 0$$

де  $F_3$  – сила тертя лапи знімача;  $F_4$  – сила тертя по траверсі;  $Q_x$  – зусилля на штоку.

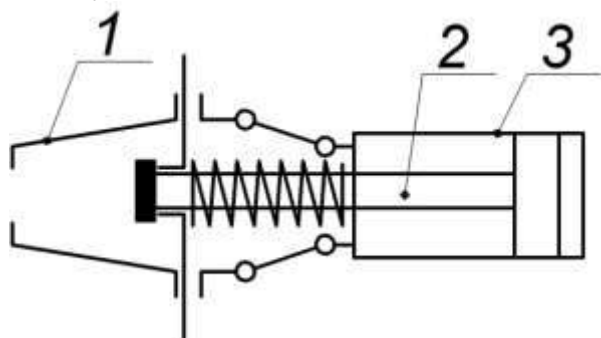


Рисунок 1 – Схема знімача  
1 – тягові лапи; 2 – силовий шток;  
3 – силовий циліндр (або силовий гвинт)

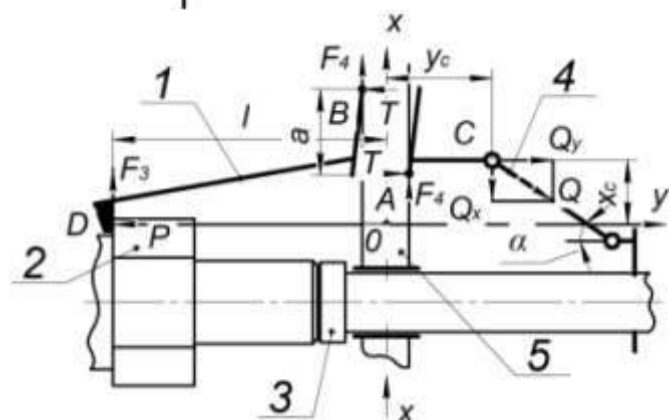


Рисунок 2 – кінематична схема самозатягування лап знімача  
1 – лапа, 2 – деталь, що знімається;  
3 – шток силовий;  
4 – шарнір; 5 – траверса

Для вирішення питання самовстановлюваності знімача необхідна розробка теоретичних положень про самовстановлення виконавчих механізмів. Це вимагає принципово нових конструкцій пристроїв для розпресування з'єднань «втулка-вал», «втулка-корпус», «вал-корпус», які забезпечували якість розбирання, швидкодію та самовстановлення під час проведення операції, що дозволить підвищити продуктивність у 2-4 рази.

**Література.** 1. Теоретические основы технологии ремонта машин: Учебник в 3-х т. Том 1. (Теория и технология производственных процессов ремонта машин) / А.И. Сидашенко, А.А. Науменко, Т.С. Скобло и др. Под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. Харьков: ХНТУСХ, 2005. 590 с.

2. Ремонт машин та обладнання: Підручник / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. К., Агроосвіта, 2014. 665 с.

3. Semenov V.M. Nestandardnii instrument dlya razborochno sborochnikh rabot. M.: Kolos, 1976. 303 с.

4. Чухрай В.Є., Рис В.І. Дослідження впливу величини натягу в спряженні кілець підшипників з валами на зміну радіального і осевого зазору в підшипнику. *Вісник Львівського державного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2007. № 11. С. 184–190.

5. Чухрай В.Є., Рис В.І. Знімач для демонтажу деталей, встановлених з натягом на вал. *Вчені Львівського національного аграрного університету виробництва: каталог інноваційних розробок*. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2008. Вип. 8. С. 146–147.

## НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ ЕЛЕКТРОДАМИ З РІЗНИМ ВМІСТОМ ХРОМУ ПРИ ЕЛЕКТРОІСКРОВОЇ ОБРОБЦІ

Думіндяк С.Б., Бажанов Д.Г., Кальченко М.С., здобувачі ВО.

Науковий керівник - к.т.н., доцент Мартиненко О.Д.

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The paper examines the influence of processing parameters and the content of the alloying component chromium on the cathode weight gain during electrospark machining. Curves of the metal mass transfer from the anode to the cathode as a function of the chromium content in the electrode, the number of passes through the electrode, and the pulse energy during EIO coating are plotted.*

Існуючі методи утворення зносостійких покриттів, що застосовуються як на стадії виготовлення, так і при ремонті, не позбавлені недоліків, що обмежують сферу застосування тієї чи іншої технології відновлення. Для підвищення зносостійкості поверхонь деталей необхідно створювати зміцнені шари або покриття з високими фізико-механічними властивостями. Проведений аналіз показав, що перспективним способом формування зміцнювальних покриттів на робочих поверхнях деталей є метод електроіскрової обробки (ЕІО).

Одним із шляхів, що суттєво збільшує імовірність безвідмовної роботи системи [1], підвищує зносостійкість електроіскрових покриттів (ЕІП) є створення в них нанокристалічних структур. Отримання таких ЕІП можливо за використання відповідних електродних матеріалів, особливо на основі хрому.

Вибір матеріалу електроду при ЕІО, як на стадії виготовлення, так і при ремонті, [2 - 5] обумовлюється експлуатаційними вимогами до поверхні матеріала відновлюваної деталі. При цьому на експлуатаційні показники деталі істотно впливає хімічний склад анода, який визначає показники (рівень фізико-механічних властивостей, зносостійкість, схильність до викришування, міцність зчеплення поверхневого шару з металом відновленої деталі).

Враховуючи вимоги до деталей, в дослідженнях розглянули взаємозв'язок сумарного додатку ваги катода – деталь вал зі Сталі-45, в залежності від енергії імпульсу при ЕІО і матеріалу анода - електроду. В якості аноду для досліджень обрано сплави на основі заліза з різним вмістом хрому (табл. 1) [5 - 7].

Таблиця 1. Спеціально виготовлені хромисті сплави, використані як анод при ЕІО

Номер сплаву	Вміст компонентів у сплаві, %	
	С	Cr
1	1,5	10,0
2	1,5	15,7
3	1,5	20,0
4	1,5	30,0

В дослідженнях за основні чинники були обрані такі критерії: концентрація вуглецю - (С) і хрому - (Cr) в електроді; енергія імпульсу -  $E_u$ ;



число проходів електродом -  $n$ . Для розрахунку математичної моделі був прийнятий план експерименту  $2^4$  (1/2 репліки). Як параметр оптимізації прийнятий додаток ваги катода  $\sum_{j=1}^n \Delta k$  (Y), г/см<sup>2</sup> (рис. 1).

Зі збільшенням  $E_u$  обробки при фіксованому вмісті вуглецю (1,5%), отримали залежність додатку ваги катода від концентрації хрому в лектроді та кількістю проходів –  $n$  при ЕІО (рис. 1).

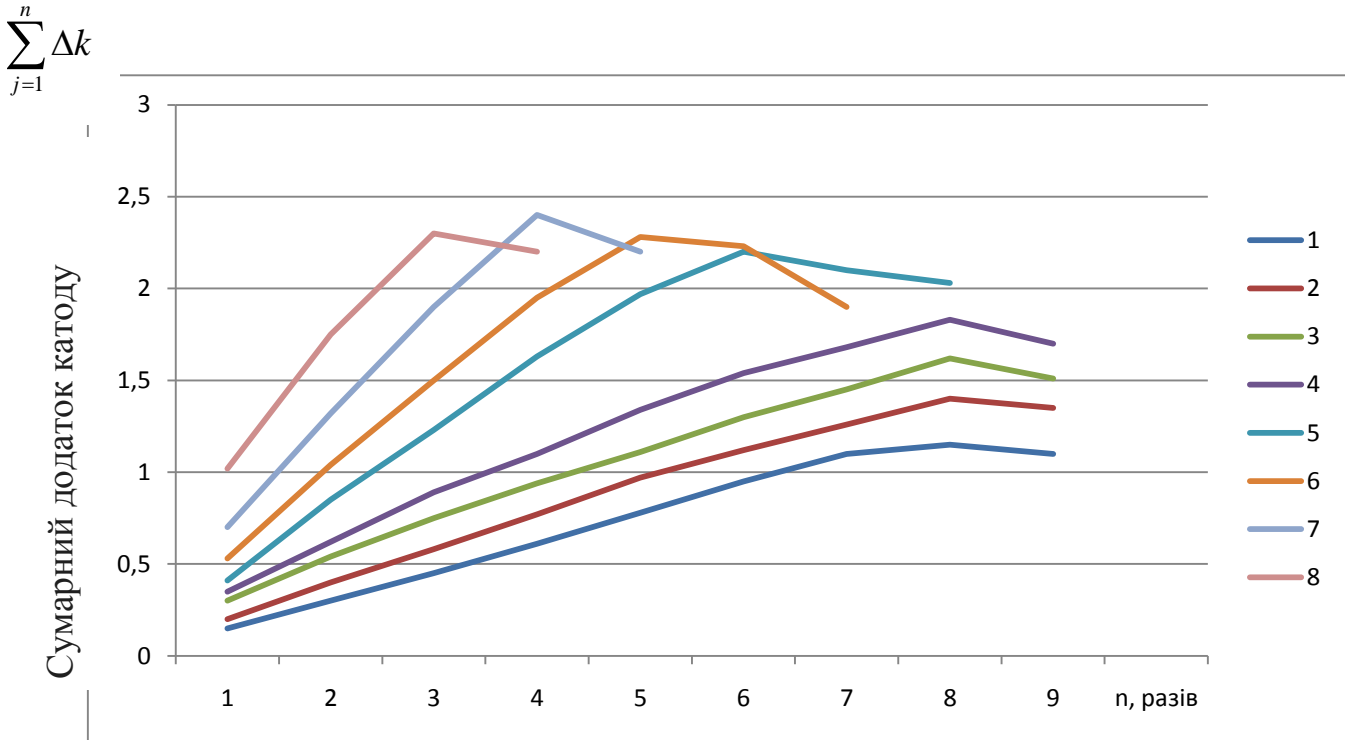


Рисунок 1 - Залежність додатку ваги катода -  $\sum_{j=1}^n \Delta k$  при ЕІО від кількості проходів електродами з різним вмістом хрому: криві - 1, 3, 5, 7 – при енергії імпульсу  $E_1=0,9$ Дж; 2, 4, 6, 8 - при  $E_2 = 3,4$ Дж; зразок 4 - криві 1, 2 (30% Cr); зразок 3- криві 3, 4 (20% Cr); зразок 2 - криві 5, 6 (15,7% Cr); зразок 1 - криві 7, 8 (10% Cr)

Сплави на основі хрому відрізняються вмістом (у широких межах), такий набір матеріалів обраний для того, щоб оцінити роль карбідоутворення, можливість формування різних зміцнювальних фаз при нанесенні покриттів.

Зі збільшенням енергії імпульсу електроіскрової обробки від 0,9 до 3,4Дж приріст ваги катода в залежності від оброблюваного матеріалу зростає в 2,0-2,4рази.

За результатами досліджень було отримано рівняння (1) [4, 6, 7], що відображає залежність сумарного додатку ваги катода  $\sum \Delta k$  (Y), г/см<sup>2</sup> від основних чинників при ЕІО.

$$\sum \Delta k = 1,11 \frac{\sqrt{C \times E_u}}{Cr^2} \times n - 0,02 \frac{E_u \times \sqrt{C}}{Cr} \times n^2 \quad (1)$$

де – C, Cr – відповідно вміст вуглецю і хрому в матеріалі електроду, мас.%;

$E_u$  - енергія імпульсу обробки, Дж;  
 $n$  – кількість проходів електродом під час обробки.

Висновок.

Дослідженнями підтверджується, що масоперенесення металу з анода на катод при електроіскровому способі нанесення покриттів визначається матеріалом анода, числом проходів електрода і енергією імпульсу.

### Список використаних джерел:

1. Вплив кореляції між елементами на імовірність безвідмовної роботи системи [Текст] / С. Б. Думіндяк, В. І. Іванов, О. Д. Мартиненко // Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті : матеріали XX Міжнар. форуму молоді, 4-5 квіт. 2024 р. - Харків : ДБТУ, 2024. - С. 48.

2. Исследования распределения химических элементов в слое после электроискровой обработки (ЭИО) [Текст]: сборник научных трудов / А. Д. Мартыненко // Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: сборник науч. тр. - Харьков: ХГТУСХ, 1997. - С. 140-145. - Библиогр.: с. 145. - ISBN 5-7987-0176-X

3. Вплив параметрів на формування нарощувального шару та стійкість анода при електроіскровій обробці /О.Д. Мартиненко, А.В. Хар'яков, С.В. Лисенко, Д.О. Мартиненко, Т.С. Скобло// Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ФОП Воронюк В.В., 2010. - Вип. 96 : Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонт. вир-ві. - С. 427-433.

4. Нанесение покрытий методом ЭИО электродами с различным составом [Текст] / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, А.А. Науменко, А.Д. Мартыненко // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: труды IX МНТК., г. Харьков, 3-4 июня. 2004 г. – Х.: ХНПК "ФЭД", 2004. - С. 170-176.

5. Вплив параметрів обробки та електродного матеріалу на якість та властивості відновленого шару методом електроіскрового нарощування [Текст] /О.Д. Мартиненко, Т.С. Скобло, О.І. Сідашенко, О.А. Науменко // Перспективы развития механизации, автоматизации и технического сервиса сельскохозяйственного производства: СбТ. II НПК. - Полтава, 1997. - С. 32-35.

6. Мартыненко А.Д., Скобло Т.С., Сидашенко А.И. Исследование влияния химического состава анода на величину и качество слоя, восстановленного электроискровым методом. // Сб. науч. тр.: Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: - Х.: ХГТУСХ, 1997. – С.75-81.

7. Підвищення фізико-механічних властивостей деталей електроіскровою обробкою електродами з різним вмістом хрому [Текст] / О.Д. Мартиненко, А.К. Автухов, О.В. Лисенко, С.Б. Думіндяк // Крамаровські читання : зб. тез доп. XII Міжнар. наук.-техн. конф. з нагоди 118-ї річниці від дня народж. д-ра техн. наук, проф., віцепрезидента УАСГН Крамарова В.С. (1906-1987), м. Київ, 20-21 лют. 2025р. - Київ, 2025. - С. 347-350.

## ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ГРУНТООБРОБНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕКТРОШЛАКОВИМ НАПЛАВЛЕННЯМ ІЗ МОДИФІКУЮЧИМИ ПРИСАДКАМИ

Захаров А.В., аспірант; Рибалко І.М., д.т.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The paper proposes a technology of electroslag surfacing (ESR) with the use of modifying additives to increase the wear resistance of working bodies of agricultural machinery. Comprehensive theoretical and experimental studies have been carried out, and the optimal surfacing parameters have been determined. It has been established that the use of the developed flux-cored wires based on carbides and oxides ensures the formation of a fine-grained coating structure with a hardness of 48-50 HRC, which provides wear resistance of parts by 30-40%. Practical tests have confirmed an increase in the service life of parts by 35-40% and a reduction in repair costs by 25%. The proposed technology can be used in various industries.*

Інтенсивна експлуатація сільськогосподарської техніки супроводжується суттєвим абразивним зношуванням робочих органів, що спричиняє значні витрати на їх ремонт і призводить до простоїв обладнання. Високий рівень абразивного зносу особливо актуальний для деталей, що працюють у важких ґрунтових умовах, таких як культиваторні лапи, плужні леміші та інші робочі органи. Одним із перспективних способів вирішення цієї проблеми є електрошлакове наплавлення (ЕШН) із використанням спеціальних модифікуючих присадок. Такий підхід дозволяє ефективно відновлювати геометричні та функціональні властивості деталей, а також суттєво підвищувати їх ресурс і зносостійкість.

Для розробки ефективної технології відновлення було використано комплексний підхід, що включав теоретичний аналіз сучасних методів наплавлення, створення оптико-математичної моделі структур, а також широкі експериментальні дослідження у лабораторних і польових умовах. Вивчено вплив різноманітних порошкових дротів на основі карбідів хрому, ніобію, бору, титану, вольфраму, оксидів алюмінію та цирконію на властивості отриманих покриттів. Особливу увагу приділено раціоналізації гранулометричного складу присадок, що дозволяє забезпечити рівномірний розподіл зміцнювальних фаз у наплавленому шарі.

Під час експериментальних досліджень було встановлено раціональні температурні режими наплавлення, швидкість подачі дроту та умови охолодження, що дозволили сформувати покриття з однорідною дрібнозернистою структурою та підвищеними механічними характеристиками. Металографічні та рентгеноспектральні дослідження підтвердили формування стабільних твердих фаз у наплавленому шарі та їх рівномірний розподіл, що позитивно впливає на експлуатаційні характеристики покриттів. Додатково досліджено кінетику кристалізації наплавленого металу, що дозволило уточнити умови формування необхідної структури та контролювати залишкові напруження, що виникають при охолодженні.

За результатами випробувань встановлено, що отримані покриття мають

твердість у межах 48–50 HRC та демонструють покращення зносостійкості на 30–40% порівняно з традиційними методами відновлення. Польові випробування культиваторних лап і лемішів підтвердили практичну ефективність запропонованого рішення: ресурс роботи деталей підвищився на 35–40%, а витрати на ремонт скоротилися на 25%. Покриття зберігають стабільні механічні властивості та структуру навіть за умов тривалої інтенсивної експлуатації. Окрім цього, економічні розрахунки засвідчили додаткові вигоди у вигляді скорочення витрат на матеріали, зменшення кількості ремонтних робіт та збільшення загальної продуктивності техніки.

Розроблена технологія має значну практичну цінність, оскільки дозволяє суттєво знизити експлуатаційні витрати, скоротити простої техніки та підвищити її продуктивність. Запропонований метод не потребує складних змін у виробничих умовах і може бути інтегрований у діючі ремонтні та відновлювальні цикли. Результати досліджень можуть знайти застосування не лише у сільському господарстві, а й у машинобудуванні, металургійній та гірничодобувній галузях, де підвищені вимоги до зносостійкості деталей є особливо актуальними. Впровадження цієї технології сприятиме економії матеріальних ресурсів, зниженню екологічного навантаження за рахунок повторного використання деталей і значному підвищенню ефективності використання технічних засобів. Подальші перспективи досліджень полягають у поглибленому вивченні можливостей адаптації запропонованої технології до інших типів обладнання та розширення спектру застосовуваних модифікуючих присадок.

### Література

1. Рибалко І., Тіхонов О., Захаров А. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин електрошлаковим наплавленням у струмопідвідному кристалізаторі. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2024. Випуск 6/2024 (149). С. 166-173. DOI <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.6.20>
2. Захаров А.В., Рибалко І.М., Тіхонов О.В. Зносостійкість та ресурс відновлених і зміцнених електрошлаковим наплавленням лемішів і культиваторних стрілочастих лап. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2024. №4. С. 20-27. DOI [https://doi.org/10.15589/znp2024.4\(497\).4](https://doi.org/10.15589/znp2024.4(497).4)
3. Захаров А.В. Прогнозування зносостійкості робочих органів ґрунтообробної техніки під час їх відновлення методом електрошлакового наплавлення. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2024. № 4 (91). С. 24-32. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.4.3>
4. Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Захаров А.В. Вплив модифікуючих домішок на мікроструктуру та властивості наплавлених електрошлаковим наплавленням шарів для відновлення плужних лемішів та культиваторних стрілочастих лап. Центральнотехнічний науковий вісник. Технічні науки. – 2024. – Вип. 10(41), ч.ІІ. –С. 82-94. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).2.82-94](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).2.82-94)

## ВАКУУМНІ НАСОСИ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ: ВИДИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ

Автухов А.К. д.т.н., проф., О.В. Камардін, магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*It is shown that vacuum pumps are an important element for ensuring optimal conditions in the technological processes of food production. The types of vacuum pumps and the specifics of their application in the food industry are given.*

Вакуумні насоси є ключовими компонентами в процесі вакуумної сушки харчових продуктів, забезпечуючи ефективне видалення вологи при низьких температурах. Це дозволяє зберігати поживні речовини, смакові якості та текстуру продуктів. Процес вакуумної сушки базується на зниженні тиску в сушильній камері, що призводить до зниження температури кипіння води. Це дозволяє воді переходити з твердого стану (лід) безпосередньо в пароподібний (сублімація), міняючи рідку фазу. Вакуумні насоси відкачують водяну пару з камери, підтримуючи необхідний рівень вакууму.

Вакуумна сушка має суттєві переваги у порівнянні з іними видами сушки, саме швидке сушіння, забезпечує збереження якості продуктів та енергоефективність.

Для досягнення ефективної вакуумної сушки використовуються спеціалізовані насоси, які забезпечують необхідний рівень вакууму та ефективно видаляють водяну пару з камери. При виборі насоса враховуються такі параметри, як швидкість відкачування, залишковий тиск та енергоефективність.

У харчовій промисловості для створення та підтримки вакууму використовуються різні типи вакуумних насосів такі, як поршневі, водокільцеві та ротаційні. Насоси цих типів мають свої особливості та переваги.

Поршневі вакуумні насоси працюють за принципом обертового поршня, що забезпечує глибокий вакуум. Вони відомі своєю надійністю та стійкістю до забруднень. Застосовуються в процесах, які вимагають глибокого вакууму.

Водокільцеві вакуумні насоси використовують рідину (зазвичай воду) як робоче середовище для створення вакууму. Вони є самовсмоктуючими та реверсивними, що робить їх придатними для перекачування чистих рідин без зважених твердих частинок. Застосовуються в харчовій, хімічній та фармацевтичній промисловості для перекачування парів та газів з високим вмістом вологи.

Ротаційні вакуумні насоси мають високу ефективність, оскільки використовують постійний рух обертових елементів для досягнення необхідного вакууму. Це дозволяє їм працювати безперервно та з мінімальними витратами енергії.

При виборі вакуумного насоса для харчової промисловості важливо враховувати специфіку виробничого процесу, вимоги до рівня вакууму, продуктивність, енергоефективність та відповідність санітарно-гігієнічним нормам.

## АЛГОРИТМ ЗАРЯДКИ КАЛЬЦІЄВИХ АКБ

Кирніс І.К. ЗВО., Сорокін С.П. к.т.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The peculiarities of charging calcium batteries under operating conditions are considered. It is shown that the key to 100% battery charging is charging with a constant voltage of 16.0 V.*

В умовах реальної експлуатації кальцієвого акумулятора зарядження лише за 14,4В (як це відбувається на працюючому двигуні) провокує глибоку сульфатацію їх пластин. Зарядження при 16,2В. сприяє швидкому опливанню активної маси пластин, особливо позитивних. В обох випадках ємність акумулятора зменшується. І кожен із цих способів зарядження окремо згубний для кальцієвих батарей.

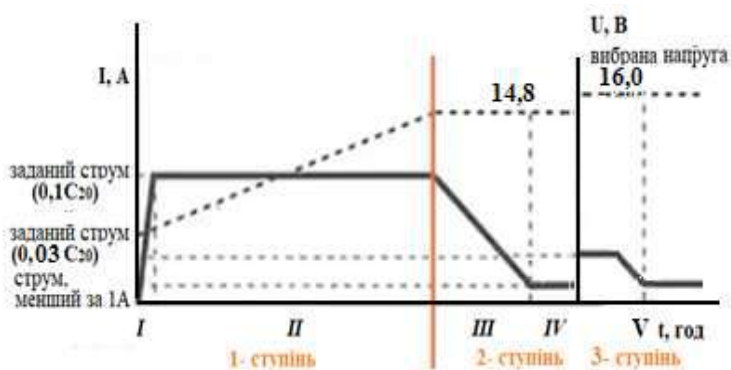
Найбільший недолік кальцієвих АКБ, їхня непереносимість глибокого циклування, тобто при глибоких розрядах, втрата ємності значно прискорюється в порівнянні з сурм'янистими батареями.

Єдина перевага кальцієвого АКБ – це їхня не обслуговуваність.

Зарядження кальцієвих АКБ має певні свої особливості.

У [1] описуються сім способів зарядження сучасних акумуляторів: одноступінчастий при постійному струмі; двох та багатоступінчастий при постійному струмі (до 4-х ступенів); одноступінчастий при постійній напрузі; двоступінчастий комбінований заряд (спочатку при постійному струмі, потім при постійному напрузі); форсований заряд (коли зарядити потрібно швидко але з певними наслідками для акумулятора); зрівняльний заряд (доведення всіх банок до 100% зарядки); і заряди пульсуючим або асиметричним струмом (не дуже популярний через складність обладнання та незначні переваги).

З погляду повноти заряду двоступінчастий комбінований заряд найбільш простий у реалізації та оптимальний для зарядки АКБ. Схема зміни струму та напруги при комбінованому заряді кальцієвого АКБ наведена на рис. 1



Годинні інтервали етапів роботи:

I- підключення, установка зарядного струму;

II- процес зарядження;

III- завершальна стадія зарядження;

IV- буферний режим.

V- до зарядження

Рисунок 1- Графік роботи зарядного пристрою при заряджанні кислотних АКБ у автоматичному режимі.

Наведена схема зарядження у різних зарядних пристроях візуально може відображатися по різному, принцип який лежить в їх основі однаковий: як тільки напруга досягає максимального значення, сила струму починає зменшувати-

ся. Виходить що на першому ступені заряду стабілізується сила струму, а як тільки напруга досягне своєї верхньої допустимої величини, включається другий ступінь: стабілізується напруга і струм починає зменшуватися. Аналогічна картина відбувається при заряджанні кальцієвого АКБ, а основна відмінність полягає у наявності 3-го ступеню заряджання.

Ознакою досягнення повного заряду прийнято вважати досягнення сталості густини електроліту або коли сила струму не змінюється протягом 2 годин.

Сутність запропонованого способу заряджання кальцієвої АКБ полягає у наступному. Розділимо заряд на два етапи: спочатку напругою 14,8В а потім 16,0В. Перед початком заряджання акумуляторна батарея повинна бути витримана не менше 8 годин при кімнатній температурі (приблизно 20-25°C), при цьому контролюємо рівень електроліту. Він повинен покривати верхній край пластин на 25-35 мм. Якщо він нижче, доводимо його до норми додаванням дистильованої води (якщо акумулятор з пробками).

На першому етапі ми скористаємося автоматичним алгоритмом зарядки, при якому зарядний пристрій обмежує максимальну напругу до 14,8 В. Це стане основним етапом зарядки акумулятора, який дозволить зарядити батарею приблизно до 90% від її фактичної ємності.

Встановлюємо на зарядному пристрої напругу 14,8 В., а струм зарядки  $0,1 C_{20}$ . Після автоматично починається заряд АКБ. Коли струм впаде до мінімуму (0,3-0,5А) і протягом 2 годин вже не буде знижуватися, то перший етап заряджання можна вважати завершеним, а загальний час заряду становив близько 10 годин.

На другому етапі заряджання встановлюємо режим заряджання 16,0В, а струм обмежуємо  $0,03 C_{20}$ . При напрузі 16,0В починається електроліз води, розкладання на водень і кисень, акумулятор починає кипіти. Це нормальний процес, що сприяє перемішуванню електроліту і забезпечує більш повне перетворення сульфату свинцю на сірчану кислоту. Закінчення заряду визначаємо за двома ознаками: перша ознака струму перестає знижуватися і стабілізуватися на одному рівні; друга ознака - густина електроліту в усіх банках досягла  $1,27 \text{ г/см}^3$  і показники залишаються незмінними протягом 1-2 годин, то зарядку кальцієвого акумулятора можна вважати завершеною.

Висновки: Для підтримки кальцієвої АКБ у працездатному стані в умовах експлуатації слід дотримуватися наступних правил:

- 1- Не допускати глибоких розрядів;
- 2- Проводити обслуговування АКБ не рідше 1 разу на пів року;
- 3 – Проводити дозаряд АКБ при напрузі 16,0В.

#### Список літератури

1. Свинцовые аккумуляторы. Справочное пособие.  
<https://echemistry.ru/literatura/himicheskie-istochniki-toka.html>

2. Правила експлуатування акумуляторних свинцевих стартерних батарей транспортних засобів <https://ips.ligazakon.net/document/RE15380?an=3736>

## **ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ, СВОЄЧАСНОЇ РЕНОВАЦІЇ ТА АДЕКВАТНОГО ОНОВЛЕННЯ СКЛАДУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ВИРОБНИЦТВА**

Бантковський В.А., доцент; Ключа В.М., студент; Девятилов В.Р., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна) e-mail: [bantkovskiy@btu.kharkov.ua](mailto:bantkovskiy@btu.kharkov.ua)

*The issues of optimal use, timely repair and renewal of the motor vehicle fleet in the conditions of modern production are considered. The results of a comparative analysis of existing methodological approaches to determining the optimal terms of use of modern models of production vehicles are presented.*

Застосування машини ефективно, якщо праця, якої коштує виробництво машини, менше тієї праці, яка зберігається в результаті її застосування. В межах, що визначають вигідність застосування машин, необхідно встановити такий економічно доцільний термін служби машини, протягом якого забезпечується максимальний соціально-економічний ефект.

Стосовно конкретних задач планування і використання машин розрізняють: економічно доцільні (оптимальні) терміни служби, призначені для мети планування потреб в техніці та її своєчасного відтворення; амортизаційні терміни, затверджені в директивному порядку і призначені для розрахунку норм амортизації, накопичення коштів на відтворення машин; дійсні (фактичні) терміни служби машин, встановлені на основі статистичних даних про тривалість їх використання. При неповному задоволенні потреб в автотранспортних засобах (АТЗ) амортизаційні терміни, як правило, встановлюють вище оптимальних. Дійсні терміни служби окремих машин відображають конкретні умови експлуатації і якість ремонту техніки, що склалися і відхиляються від оптимальних і амортизаційних у бік як збільшення, так і зменшення. При повному задоволенні потреб в АТЗ підприємств, амортизаційні терміни машин повинні співпадати з оптимальними, а дійсні відхилитися від останніх лише в межах, визначених конкретними умовами експлуатації (навантаження, характер технічної експлуатації, кліматичні умови і таке інше).

Оптимальні терміни служби лежать в основі планування процесу відтворення машин на новій технічній основі і повинні забезпечувати високі темпи технічного прогресу, підвищення продуктивності праці, зниження витрат на ремонт і технічну експлуатацію АТЗ та максимально можливий ефект щодо відтворення (оновлення) основних засобів виробництва підприємств.

За цією темою досліджень було проведено порівняльний аналіз існуючих методологічних підходів стосовно визначення оптимальних (доцільних) термінів використання автотранспортних засобів у виробничій сфері. В першу чергу було розглянуто такі методики, як метод визначення термінів служби машин за мінімумом приведених витрат та метод визначення оптимальних термінів служби машин з використанням економіко-математичного моделювання [1].

Автотранспортні засоби, як і інші технічні об'єкти можуть знаходитися в процесі продуктивного споживання до тих пір, поки вони мають споживчу вартість. Вартість машин повинна переноситися на створюваний продукт в



суспільно необхідних розмірах. На практиці ці умови конкретизуються: необхідно визначати термін служби АТЗ залежно від зміни первинних параметрів, зміни витрат, пов'язаних з їх експлуатацією, з підтримкою в працездатному стані. Використовування машин протягом раціональних термінів служби повинне забезпечити мінімально можливі витрати виробництва продукції або робіт. В практиці використання АТЗ різні показники погіршення первинної техніко-економічної характеристики машини виявляються в сукупності як основні вибракувальні ознаки при її списанні, і в цьому випадку вони є лише необхідними, але недостатніми для визначення раціональних термінів оновлення машин [2].

Отже, визначення терміну служби машини, виходячи з довговічності її складових і замінюваних в процесі ремонту деталей, необхідно розглядати лише як передумову для вирішення питання. З технічної точки зору без урахування морального зносу при заміні деталей, що зносилися, аналогічними новими, термін служби машини може бути продовжений на необмежений час.

Продовження фактичних термінів використання АТЗ в економічно обґрунтованих межах дозволяє за рахунок ефективної експлуатації зменшити потреби в капітальних вкладеннях на нову техніку. Один з шляхів збільшення фактичних термінів служби машин – економічне стимулювання продовження фактичних термінів служби машин. Воно здійснюється припиненням нарахування амортизації і плати за фонди по машинах, що відслужили амортизаційний термін і підвищенням оплати праці при використанні старіючої техніки та ін. [3].

З висловленого можна зробити висновок, що основним напрямом технічної політики оновлення парку АТЗ є підвищення якісного його складу; надійності, довговічності машин, їх вузлів і деталей та підвищення на цій основі фактичних термінів використання техніки при активному економічному стимулюванні цього процесу. Позитивним наслідком використання стратегії оптимальної амортизації і процесів самофінансування є тенденція зменшення амортизаційних термінів, прискорення оборотності основних фондів автотранспортних підприємств. Тенденція збільшення розриву між фактичними і амортизаційними термінами не перешкоджає тривалому використанню машин і обладнання до меж господарської доцільності, що підтверджується на практиці.

**Список літератури.** 1. Економіка підприємства : навчальний посіб. Для студентів закл. Вищ. Освіти / Н.М. Колпаченко, Ю.А.Сайчук, В.К. Автісян, В.А. Бантковський та ін.. – Харків: Діса плюс, 2019. – 277с.

2. С.О. Лузан, В.А. Бантковський. Оцінка номенклатури деталей машин, що визначають ресурс. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ», Серія: Машинознавство та САПР. – Харків: НТУ «ХПІ», №1, 2022. – С.67-73.

3. Бантковський В.А., Бондаренко О.О. Методика техніко-економічного обґрунтування доцільності ремонту автотранспортних засобів // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 1-2 грудня 2022 р. – 189с. – С. 119-121.

## ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ШИЙОК ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ.

А.К. Автухов д.т.н., проф., Є.В. Ковалевський  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*It is shown that retrofitting of promivnogo metal of FeSi at the production of doublelayer хромонікелевих rollers increases the fate of графіта in a working layer, necks core and transitional layer and changes his form. It does not reduce твердост ь and depths of working layer, however propensity diminishes to painting, and also provides the increase of durability of necks on the average on 25%.*

Основною метою розвитку металургійної промисловості є підвищення продуктивності праці та підвищення якості продукції. Основним робочим інструментом прокатних станів є валки. Довговічність цих формуючих інструментів безпосередньо впливає на продуктивність прокатки: чим більше їх ресурс, тим менше часу йде на переналагодження обладнання, що зменшує простої та знижує експлуатаційні витрати. Ресурс валків істотно залежить як від форми профілю, що прокатується, так і складу сплавів, з якої виготовляються дані виробу. В чистових і чернових клітках стану 3000 знайшли широке використання валки виконання ЛПХНд-63. Досвід експлуатації цих валків показав, що слабким ланцюгом при їх використанні є понижена міцність шийок.

На споживчі властивості прокатних валків суттєво впливають технологічні параметри вилівки, хімічний склад матеріалу та спосіб модифікування. Це проявляється в зміні структури та властивостей металу. Питання виробництва прокатних валків з підвищеними механічними характеристиками шийок досі залишається актуальним [1].

Це пов'язано як із способом модифікування, так і вибором типу присадки. Для підвищення рівня експлуатаційних характеристик останніми роками широко використовують модифікатори із вмістом кремнію до 78% .

Виконані дослідження показали, що модифікування промивного металу FeSi дещо збільшує долю графіта в робочому шарі, шийках серцевині і перехідному шарі та змінює його форму. В нижніх шийках з'являється компактні включення графіта, виділяється незначна кількість ферита і дещо знижується доля карбідної фази, особливо в перехідній зоні, серцевинні і шийках. Це не знижує твердост і глибини робочого шару, проте зменшується схильність до викришування, а також забезпечує підвищення міцності шийок в середньому на 25%.

Підвищення рівня механічних властивостей шийок суттєво сприятиме зниженню обсягу руйнувань шийок валків при експлуатації.

Список літератури.

1. Skoblo T. S., Avtukhov A. K., Sokolov R. G. Vliyaniye modifikatorov novogo pokoleniya Superseed® 75 i Reseed® na strukturu metalla tsentrobezhnolitykh listoprokatnykh valkov. Liteynoye proizvodstvo. 2015. №2. S. 12-14.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РЕМОНТНО - ОБСЛУГОВУЮЧИХ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Бантковський В.А., доцент; Колісник М.М., студент; Салов М.В., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна) e-mail: [bantkovskiy@btu.kharkov.ua](mailto:bantkovskiy@btu.kharkov.ua)

*The purpose of the conducted research is to develop an optimal and maximally reliable methodology for determining the technical and economic efficiency of investment activities and projects based on a comparative analysis of existing provisions, theoretical and practical approaches to determining quantitative and qualitative indicators of competitiveness and efficiency of investment activities of repair and maintenance enterprises.*

Проблема адекватної ефективності техніко – економічної інвестиційної діяльності ремонтно – обслуговуючих сервісних підприємств особливо гостро відчувається в економіці нашої країни яка перебуває одночасно, як в процесі розвитку так і в процесі регенерації. Інвестиційна діяльність підприємства являє собою сукупність практичних дій, цілеспрямовано здійснюваний процес формування необхідних інвестиційних ресурсів, збалансований, відповідно до обраних параметрів інвестиційної програми на основі вибору нагальних, ефективних об'єктів інвестування, а також якісне та доцільне використання існуючих, максимально можливих, інструментів забезпечення їх реалізації [1].

Метою проведеного дослідження є розробка оптимальної та максимально достовірної методики визначення техніко-економічної ефективності інвестиційних заходів та проектів на основі порівняльного аналізу існуючих положень, теоретичних та практичних підходів стосовно визначення кількісних та якісних показників конкурентоспроможності та ефективності інвестиційної діяльності ремонтно-обслуговуючих підприємств різних форм власності, виявлення дійсних проблем інвестиційної діяльності підприємств в Україні та визначення шляхів підвищення конкурентоспроможності сервісних підприємств галузевого машинобудування.

У деяких існуючих методиках визначення ефективності інвестиційної діяльності ремонтно – обслуговуючих сервісних підприємств капітальні вкладення розглядаються як вкладення капіталу у відтворення основних засобів як виробничого, так і невиробничого характеру. Проте, водночас, інвестиції можуть здійснюватися й у приріст обігових активів, в різноманітні фінансові інструменти, в окремі види нематеріальних активів. Отже, капітальні вкладення є більш вузьким поняттям і можуть розглядатися лише як одна з форм інвестицій, але не як їх вичерпне визначення. Враховуючи існуюче законодавче визначення сутності поняття інвестицій, необхідно та доцільно розглядати їх як активи підприємства, які направлені на вкладання їх в господарські операції з метою забезпечення життєдіяльності підприємств [2].

Галузева структура капітальних вкладень - це співвідношення капітальних вкладень у різних галузях народного господарства, виражене у відсотках. Вона визначає напрям, рівень і темпи розвитку окремих галузей і народного господарства в цілому. Такий стан галузевої структури інвестицій в промисловість обумовлений двома основними чинниками: високим попитом на

продукцію первинної переробки на зарубіжних ринках і обмеженим кінцевим попитом на внутрішньому ринку, особливо на продукцію машинобудування і легкої промисловості. Тому поживлення інвестиційної діяльності і відповідні зміни в структурі промисловості залежать від тенденції макроекономічної стабілізації [3]. Галузеву структуру формують відповідна державна політика і господарська діяльність, використовуючи сучасні методи управління відтворювальним процесом, визначаючи джерела інвестицій, необхідні обсяги і напрями вкладень в структуроутворення виробництва і ринку [3].

Показники ефективності інвестицій характеризують економічні, фінансові, соціальні, екологічні результати і господарську доцільність їх здійснення. Розрахунки показників економічної ефективності необхідні при обґрунтуванні вибору різних напрямів відтворення власних фінансових коштів підприємства. Для обґрунтування рішень по конкретних діях інвестиційного характеру, а також виявлення конкретних резервів підвищення ефективності інвестицій розраховуються і аналізуються як узагальнюючі показники (окупність інвестицій, питомі капітальні вкладення), так і окремі показники ефективності (собівартість продукції, продуктивність праці, фондівдача, матеріаломісткість і енергоємність продукції). Розрізняють загальну (абсолютну) і порівняльну ефективність капітальних вкладень. Абсолютна ефективність капітальних вкладень показує загальну величину їх віддачі на підприємстві. Її розрахунки необхідні для оцінки очікуваного або фактичного ефекту від реальних інвестицій за певний період часу [2].

Основними висновками стосовно проведеного дослідження є такі: інвестиційна діяльність підприємства посідає одне з ключових місць при конкурентній боротьбі; на конкурентоспроможність підприємства впливає чимало як зовнішніх, так і внутрішніх факторів; окрім власних, підприємства відчувають гостру потребу у залученні інвестицій з інших країн; при вивченні проблем залучення капітальних інвестицій, було виокремлено фактичну відсутність цілісної ефективною системи, яка могла б сприяти побудові міцних стосунків між суб'єктами інвестиційної діяльності в Україні; гострим, в сучасних умовах господарювання, залишається питання довіри інвесторів та забезпечення їх гарантіями, тому було запропоновано методи вирішення даних проблем; при оцінці ефективності інвестицій доцільніше застосовувати одразу декілька методів, розглянутих нами під час проведення досліджень, що сприятиме отриманню найбільш чіткіших та достовірних результатів.

**Список літератури.** 1. Економіка ремонтного підприємства Підручник. /В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, А.П. Луценко, В.А. Польотов, В.Г. Рижков; За ред. В.К. Аветісяна – Харків, ХНТУСГ, 2005 – 374 с.

2. Економіка підприємства: навчальний посіб. для студентів закл. вищ. освіти / Н.М. Колпаченко, Ю.А. Сайчук, В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло. – Харків: Діса плюс, 2019. – 277с.

3. Оптимізація виробництва в машинобудуванні: навчальний посіб. для студентів закл. вищ. освіти / Н.М. Колпаченко, Ю.А. Сайчук, В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло. – Харків: Діса плюс, 2020. – 250 с.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВАРІАНТІВ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ НАПЛАВЛЕННЯМ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

І.М. Рибалко, д.т.н., доцент; В.А. Корчуганов, здобувач вищої освіти  
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*Currently, the development of the method of restoring shafts by surfacing under a layer of flux is going in two directions: a – surfacing under a simple flux with subsequent heat treatment; b – surfacing under alloying fluxes without further heat treatment. The most widespread methods of restoration without further heat treatment are those due to the simplicity of the technological process and the availability of equipment.*

Основний дефект колінчастих валів – спрацювання шатунних та корінних шийок. У практиці застосовують два методи усунення дефектів: механічну обробку на ремонтні розміри та відновлення номінальних чи ремонтних розмірів нарощуванням шийок валу [1-7].

Метод обробки на ремонтні розміри, незважаючи на його недоліки, широко використовується на ремонтних підприємствах через низьку вартість та простоту. Крім того, аналіз ремонтного фонду показує, що на долю колінчастих валів з гранично зношеними (нижче останнього ремонтного розміру) шийками припадає трохи більше 7...10%.

Відновлення шийок колінчастих валів до номінальних розмірів, насамперед, можливе за рахунок застосування різних наплавлень. Відомі технології відновлення сталевих колінчастих валів наплавленням можна умовно розділити на дві групи: наплавлення з подальшою термообробкою та наплавлення під легованим флюсом без подальшої термообробки [1-3].

В даний час автоматичне наплавлення під шаром флюсу набуло широкого поширення в ремонтній практиці і застосовується для відновлення великої кількості зношених деталей тракторів та автомобілів, у тому числі і для сталевих колінчастих валів.

Колінчастий вал сучасних двигунів має високу напруженість, тому що металомісткість деталей безперервно знижується, тому надійність його оцінюється зносостійкістю та динамічною міцністю. Колінчастий вал після відновлення також повинен мати високу зносостійкість і втомну міцність, причому трудомісткість відновлення долина бути мінімальною, технологічний процес повинен бути, як можна простіше.

Для відновлення колінчастих валів наплавленням під флюсом в даний час застосовуються різні технологічні варіанти, але всі вони мають певні недоліки.

Варіант 1. Наплавлення за технологією проводиться пружинним дротом II класу або наплавним дротом Нп-80 під легуючим флюсом, що складається (за вагою) з флюсу АН-348А – 93% ферохрому Хр6 – 2,5%, графіту – 2%; рідкого скла – 2,5%. Хімічний склад наплавленого металу забезпечує самозагартовування останнього при природному охолодженні через високу стійкість аустеніту, легованого хромом, кремнієм, марганцем і містить значну кількість вуглецю. Висока зносостійкість досягається без подальшої термообробки, але міц-

ність втомни знижується на 30%. Отже, вали, відновлені за даним варіантом, за відсутності перевантажень може забезпечити експлуатаційну надійність валу, але, враховуючи можливість збільшення напруженості при роботі в блоці з неспіввісними опорами, запас втомної міцності не можна вважати достатнім і необхідно прагнути і його підвищення.

Незважаючи на це, даний технологічний варіант завдяки простоті технологічного процесу і малій вартості відновлення знайшов найбільш широке застосування при відновленні автомобільних колінчастих валів.

Варіант 2. Наплавлення за технологією проводиться пружиною дротом II класу або наплавним дротом Нп-80 під флюсом АН-348А з подальшою високо-температурною відпусткою в печі протягом 2 годин при температурі 650°C, механічною обробкою, загартуванням ТВЧ і подальшим шліфуванням. У процесі наплавлення відбувається насичення наплавленого металу кремнієм та марганцем. Висока твердість і зносостійкість забезпечуються гартуванням ТВЧ, але втомна міцність виявляються на 10-11% нижче, ніж у нових колінчастих валів. Експлуатаційна перевірка валів, відновлених за цим варіантом, показала достатню працездатність їх практично рівну працездатності нових валів. До нестачі цього варіанта відновлення слід віднести складність технологічного процесу та велику початкову вартість обладнання для термообробки. Це призводить до збільшення собівартості відновлення.

Варіант 3. Наплавлення за технологією проводиться поліпшеним легованим дротом Нп-30ХГСА під флюсом АН-348А з подальшою нормалізацією в печі при температурі 860°-920°C з 20-ти хвилинною витримкою після нагрівання, механічною обробкою, загартуванням шийок на установці. Наплавлений метал у процесі наплавлення легується хромом, що переходить з дроту, кремнієм, що переходить з дроту і флюсу, і марганцем, що також переходить з дроту та флюсу. Малий вміст вуглецю в наплавленому металі сприяє зниженню тріщиноутворення. Значна твердість та зносостійкість шийок, відновлених за даним варіантом колінчастих валів, забезпечується хімічним складом наплавленого металу та термообробкою. Втомна міцність практично дорівнює втомній міцності нового валу. Основний недолік – той же, що і у варіанта 2.

Відносна складність технологічного процесу відновлення колінчастих валів наплавленням під флюсом з подальшою термообробкою перешкоджає широкому впровадженню даних варіантів відновлення на ремонтних підприємствах сільського господарства, які мають, як правило, незначну програму ремонту. Вищезазначені варіанти відновлення (2 та 3) доцільно застосовувати на великих ремонтних підприємствах.

Варіант 4. Схильність наплавленого металу з великим вмістом вуглецю до утворення тріщин і, отже, зниження втомної міцності відновленого валу викликала необхідність зменшення вмісту вуглецю в ній. Але для збереження високої твердості та здатності до самогартування відповідно збільшилася кількість хрому в наплавленому металі. Наплавлення за даним варіантом проводиться пружинним дротом II класу або наплавочним дротом Нп-80 під легуючим флюсом, що складається (за вагою) з 92% флюсу АН-348А, ферохрому Хр

б – 5%, рідкого скла – 3. Наплавлений метал у процесі наплавлення легується хромом, кремнієм і марганцем, що переходить із флюсу і самозагартовується при природному охолодженні, забезпечуючи високу твердість та зносостійкість. Втомна міцність валів, відновлених за цим варіантом, становить 82%, від втомної міцності нового валу, що цілком достатньо для надійної роботи відновленого колінчастого валу. Відносна простота технологічного процесу за достатньої кількості відновлення вигідно виділяється даний варіант і перешкоджає його впровадженню на дрібних і середніх ремонтних підприємствах.

В даний час розвиток способу відновлення валів наплавленням під шаром флюсу йде по двох напрямках: а – наплавлення під простим флюсом з наступною термообробкою варіанти 2 і 3; б – наплавлення під легуючими флюсами без подальшої термообробки варіанти 1 та 4. Найбільшого поширення набули способи відновлення без подальшої термообробки завдяки простоті технологічного процесу і доступності обладнання, хоча по міцності втомні вони поступаються новим і відновленим за варіантами 2 і 3 колінчастим валів.

Для підвищення втомної міцності відновлених валів необхідно дослідити причини, що викликають її зниження. Знання цих причин дозволить отримати рекомендації для покращення якості відновлення наплавлення валів.

Основний резерв підвищення ресурсу відновлених колінчастих валів – застосування зміцнювальної обробки, в першу чергу способами ППД і лазерного термозміцнення.

**Література.** 1. Технологія ремонту машин та обладнання: навч. посібник. / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, С.О. Лузан та ін. Харків: ХНТУСГ, 2017. 361 с.

2. Ремонт машин та обладнання: підручник. / за ред. проф. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. К.: Агроосвіта, 2014. 665 с.

3. Теоретичні основи та технологічні процеси відновлення деталей машин. Навчальний посібник. / М.І. Черновол, І.В. Шепеленко, І.Ф. Василенко, М.В. Красота, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко, І.М. Рибалко. Харків: «Діса плюс», 2025. 347 с.

3. Ймовірнісна модель показників деформування колінчастих валів унаслідок відновлення їхніх шийок наплавленням. / Г.С. Гудз, М.І. Герис, І.Я. Захара, М.М. Осташук. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. т. 29, № 5. С. 93-96.

4. Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Терехов Д.А. Розробка параметрів технології попередньої обробки колінчастих валів перед плазмовим наплавленням. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «*Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація*», 1 грудня 2022 року м. Харків. С. 116.

5. Терехов Д.А., Рибалко І.М. Дослідження технології відновлення колінчастих валів плазмовим методом. XIX-й Міжнародний форум молоді «*МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ*». Збірка матеріалів форуму. Х.: ДБТУ, 2023. С. 146.

6. Дьомін А.Ю., Тимофєєва Л.А. Підвищення працездатності відновлених колінчастих валів. *Науково-технічний журнал «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті»*. 2014. № 1. С. 41-43.

7. Паніна В.В., Дашивець Г.І., Новік О.Ю. Обґрунтування вибору обладнання для раціонального способу відновлення колінчастого валу. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України*: Зб. наукових праць (21 листопада 2019). Ніжин, 2019. С. 273-280.

**ЗНОСОСТІЙКІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Шепеленко І.В., д.т.н., професор; Красота А.М., аспірант

Центральноукраїнський національний технічний університет

(25006, Кропивницький, пр. Університетський, 8, каф. експлуатації та ремонту машин, тел. (0522)597-433

E-mail: [kntucpfzk@gmail.com](mailto:kntucpfzk@gmail.com); факс (0522) 55-92-12

*Advantages and further prospects of using wear-resistant coatings in the restoration of machine parts are presented. Achievement of high operational properties of parts is associated with the use of coatings obtained by combined processing.*

Основними причинами виходу з ладу деталей машин є процеси тертя і зношування. З огляду на те, що зношування деталей перебуває у прямій залежності від швидкості, навантажень, потужностей і режимів експлуатації, працездатність машин значною мірою визначається зносостійкістю їх деталей.

Одним із перспективних напрямів підвищення надійності та довговічності деталей, що зношуються, є модифікування їх робочих поверхонь шляхом створення поверхневих шарів з покращеними механічними та триботехнічними властивостями. Сьогодні навіть вирішується питання про те, щоб кожна деталь, незалежно від матеріалу виготовлення, мала захисне покриття відповідно до свого прямого призначення та умов експлуатації.

Захисні покриття запобігають руйнуванню робочих поверхонь деталей машин завдяки забезпеченню високого рівня необхідних властивостей: зносостійких, антифрикційних, корозійних тощо. Крім того, вони локалізують процеси руйнування. Використання таких покриттів дозволяє значно підвищити якість та експлуатаційні властивості відновлених деталей [1].

Оскільки не існує універсального покриття, що працює в будь-яких умовах, виникає необхідність у створенні покриттів різного складу і структури. Тому цілком закономірним етапом розвитку теорії та практики підвищення якості поверхневого шару деталей є поява нових композиційних функціональних покриттів – для підвищення зносостійкості, довговічності та втомної міцності, а також адаптивних – здатних пристосуватися до зовнішніх умов, які циклічно змінюються в процесі експлуатації [2].

Для досягнення більш високих експлуатаційних властивостей деталей найбільш доцільним виглядають покриття, отримані комбінованою обробкою завдяки поєднанню переваг різних методів, зокрема, нанесення покриттів та подальше їх зміцнення.

**Література**

1. Черновол М.І., Шепеленко І.В. Системний підхід до формування показників якості відновлених деталей // Збірник наукових праць. Науковий вісник. Технічні науки. Вип.7 (38)\_І. – Кропивницький, 2023. С.30–36.

2. Подчерняева И.А., Юречко Д.В., Панашенко В.М. Некоторые тенденции в разработке износостойких функциональных покрытий// Порошковая металлургия. – 2013. – № 3/4. – С. 75-91.



## ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ СТРІЛЬЧАСТИХ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП 9.3" TIGER MATE II ВИРОБНИЦТВА СНН

І.М. Рибалко, д.т.н., доцент, О.А. Науменко, к.т.н., професор,  
О.В. Тіхонов, к.т.н., доцент, Б.О. Кривоніс, здобувач вищої освіти  
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

На першому етапі проведено вимірювання зносу та оцінено зміну профілю культиваторних лап.

Основною характеристикою умов експлуатації культиваторів є значні навантаження на робочі органи, що зумовлює високий питомий (зношувальний) тиск на поверхнях тертя (0,6...0,8 МПа) [1]. Це зумовлює зміну форми лапи та їх геометричних параметрів за напрацюванням (рис.1). Найбільші значення зносу спостерігається у носків лап, що виявляється в їх заокругленні. Збільшення радіуса заокруглення носку лап в процесі експлуатації є наслідком максимальних тисків ґрунту в даній області та істотно підвищує тяговий опір робочих органів.

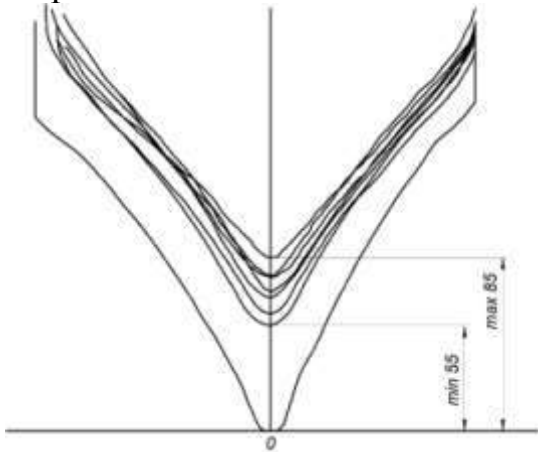


Рисунок 1 – Епюра зносу і зміни профілю лапи:  
1 – профіль нової лапи; 2 – профіль зношеної лапи

Після певного напрацювання робочі органи культиваторів досягають граничного стану за значеннями основних параметрів: збільшення кута загострювання і товщини леза лап, утворення широкої потиличної фаски та інше, що зумовлює неповне підрізання бур'янів, порушення стійкості ходу по глибині, збільшення тягового опору [1-5].

На основі проведених досліджень [6, 7] запропоновано спосіб відновлення спрацьованих лап культиватора постановкою ремонтних вставок, який полягає в наступному.

1. Очищається від забруднення культиваторна лапа.
2. Проводиться розмітка контуру нової лапи на аркуші.
3. Накладається на аркуш спрацьована лапа.
4. Виготовляються ремонтні вставки згідно рис. 2.
5. Розмічаються місця вирізу на спрацьованій лапі під ремонтні вставки, витримуючи розмір нової.
6. Вирізаються місця під вставки.
7. Обварюються вставки в місцях вирізу електродом УОНІ 16/55 з обох сторін.

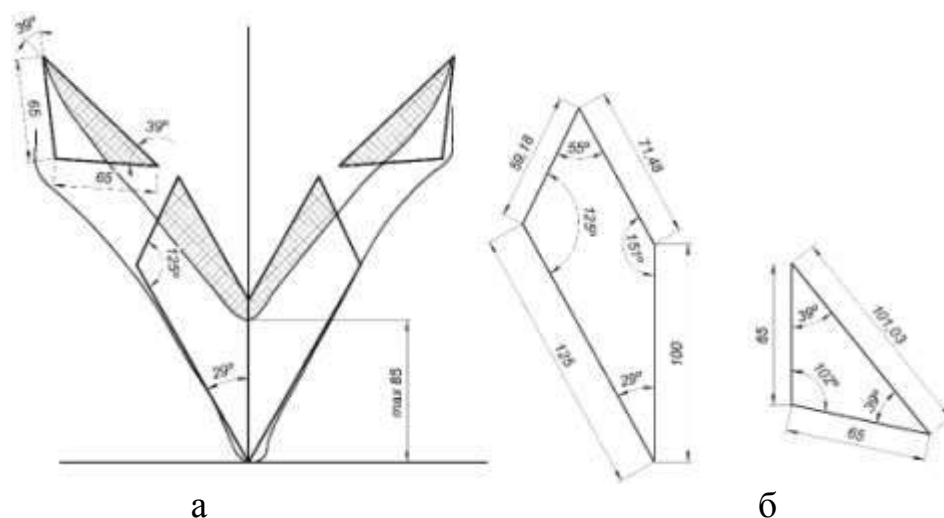


Рисунок 2 – Схема відновлення культиваторних лап приварюванням ремонтних вставок на носок та крила: а – схема вирізання під вставку; б – розміри вставок

8. За необхідністю, проводиться зміцнення ріжучої кромки наплавленням електродом Т-590.

9. Контролюються розміри відновленої лапи шляхом порівняння з новою.

#### Література

1. Козаченко О.В. Шкрегаль О.М., Каденко В.С. Забезпечення ефективності робочих органів культиваторів: монографія. Харків: ПромАрт, 2021. 238 с.

2. Бондарев С.І. Обґрунтування оптимального міжремонтного наробітку стрілочастих лап культиваторних агрегатів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.05.11. Київ, 2007. 20 с.

3. Дворук В.І. Реолого-кінетична концепція абразивної зносостійкості та її реалізація в керуванні працездатністю механічних трибосистем: дис. на здобуття наукового ступеня д.т.н.: 05.02.04. Київ, 2007. 471 с.

4. Демидко М.О., Бондарев С.І. Вплив ступеня спрацювання лез культиваторних лап на якісні показники їх роботи. Науковий вісник НАУ. Київ: НАУ, 2004. Вип. 73. Ч.2. С. 60-64.

5. Денисенко М., Опальчук А. Зношування та підвищення довговічності робочих органів сільськогосподарських машин. Вісник ТНТУ. 2011. Спецвипуск. Ч.2. С. 201-210.

6. Кривоніс Б.О., Науменко О.А., Рибалко І.М. Методика оцінки культиваторних лап Tiger Mate II фірми CNH та їх стану після експлуатації. *Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування*: матеріали VII Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 10 грудня 2024 р.). Полтава: ПДАУ, 2024. С. 88-90.

7. Evaluation of the stress state of a cultivator blade in production and operation / T. Skoblo, I. Rybalko, A. Tihonov, T. Maltsev. *Research in Agricultural Engineering*. 2020. Vol. 66, Issue 2. P. 60-65.

## ВПЛИВ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ФОРСУНОК НА ЕКОНОМІЧНІСТЬ ДИЗЕЛЯ

Кущ М.В., Торгоня Б.М. ЗВО., Сорокін С.П. к.т.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article presents a methodology for calculating the level of possible increase in average operating fuel consumption by an engine when using injector nozzles, the technical condition parameters of which are subject to the established laws of distribution of discrete random variables.*

Попередні розрахункові дослідження дозволили встановити основні кількісні характеристики розподілу по кожному з визначальних параметрів технічного стану форсунок тракторних дизелів ( $d_x$  - діаметра голки по запірному конуса і  $\mu_f$  - ефективного прохідного перерізу розпилювача) у вигляді щільності розподілу параметра  $f(x_i)$  та інтегральної оцінки - функції розподілу  $F(x_i)$ .

Виходячи з отриманих результатів виникла необхідність оцінити величину можливого підвищення середньо експлуатаційної  $\Delta g_{ee}$  і номінальної  $\Delta g_{en}$  витрати палива при ймовірнісній зміні параметрів технічного стану  $x_i$ .

Задача формулюється так: розрахувати можливе збільшення витрати палива двигуном через не оптимальність параметрів технічного стану форсунок за відомими законами їх розподілу в експлуатації і відомому функціональному зв'язку цих параметрів з питомою витратою палива.

Функціональний зв'язок питомої витрати палива з рівнем значення параметра може бути однозначно встановлений за результатами стендових випробувань дизеля. Аналіз даних [1] показав, що якість рівняння функціональної зв'язку може бути вибраний поліном виду:

$$\Delta g_e = a_i \cdot (v - x_i)^{n_i} \quad (1)$$

де:  $\Delta g_e$  - величина збільшення питомої витрати палива при зміні  $i$ -го параметра,  $a_i, n_i, v$  - коефіцієнти рівнянь.

Коефіцієнти визначаються на підставі відомих методів чисельного аналізу. Найбільш підходящим, в даному випадку, є метод найменших квадратів. [2, 3].

В експлуатації трактор використовується в широкому діапазоні швидкісних і навантажувальних режимів. При цьому робота двигуна характеризується певним значенням математичного очікування моменту завантаження  $\bar{M}$  і відносної тривалості роботи з цим моментом.

Встановлено [1], що протягом річного циклу робіт, ймовірність роботи на режимі  $N_e / N_n \leq 50\%$  становить 0,465, на режимі  $50\% < N_e / N_n \leq 85\%$  - відповідно 0,330, а при  $N_e / N_n > 85\%$  - 0,215, де  $N_e / N_n$  - відносна завантаження трактора на основних експлуатаційних режимах.

Збільшення середньоексплуатаційної витрати палива  $\Delta g_{ee}$  при однакових рівнях параметрів обчислюється за виразом:

$$\Delta g_{ee} = \sum_{j=1}^K \Delta g_e \cdot P_j \quad (2)$$

де:  $P_j$  - ймовірність роботи в експлуатації режимі  $(N_e / N_n)_j$ .

Методика розрахунку показників параметрів розподілу полягає в тому, що якщо відомий неперервний випадковий параметр  $x_i$  з щільністю розподілу  $f(x_i)$  і рівняння функціонального зв'язку зміни витрати палива з цим параметром, то щільність розподілу середньоексплуатаційної витрати обчислюється за формулою:

$$f(\Delta g_{ee}) = \varphi(\Delta g_{ee}) \cdot \left| \frac{d\varphi(\Delta g_{ee})}{d\Delta g_{ee}} \right| \quad (3)$$

де:  $f(\Delta g_{ee})$  - щільність ймовірності зміни  $\Delta g_{ee}$  в експлуатації;  $\varphi(\Delta g_{ee})$  - зворотна функція  $\Delta g_{ee} = \xi(x_i)$ .

Вираз (5) справедливий у випадку, якщо функція  $\xi(x_i)$  в області можливих значень неперервна і монотонна (для  $\xi(d_x)$ ).

При визначенні функції розподілу  $F(x_i)$  виходять з умови знаходження величини в заданому інтервалі  $x_{i1} > x_i > x_{i2}$  в області її можливих значень.

Таким чином за відомими законами розподілу параметрів технічного стану розпилювачів форсунок можна провести оцінку закону розподілу збільшення експлуатаційної витрати палива  $\Delta g_{ee}$ .

### Висновки

Результати розрахунку показують, що погіршення середньоексплуатаційної витрати палива через неоптимальності параметрів  $d_x$  та  $\mu_f$  при ймовірнісному розподілі параметрів в умовах експлуатації становить:

$$M(\Delta g_{ee})_{\Sigma} = \Delta g_{ed_x} + \Delta g_{e\mu_f} = 2,751 + 1,643 \approx 4,42 / \text{кВт.г.}$$

### Список літератури

1. Сорокін С.П. та ін. Обґрунтування періодичності то і ресурсу форсунок тракторних дизелів. [Текст] / Сорокін С.П. та ін. // Технічний сервіс машин для рослинництва: Вісник ХНТУСГ. – Вип. 145. – Харків: ХНТУСГ, 2014. – С.179-188.
2. Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф. Численные методы. Теория, алгоритмы, программы. <http://pouts.psuti.ru/wp-content/uploads/УМОК/УМКб/УМК%20Числ.методы.pdf>
3. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. –URL: <https://libcats.org/g/%20А.Л.%20Львовский>.

УДК 631.331.85

**ЗНОШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ПАРИ ТЕРТЯ «ДИСК - ПРОКЛАДКА»  
ВИСІВНОГО АПАРАТУ**Харьковський І. С. к.т.н., Лоза А. Є., студент магістратури  
НУБіП України, м. Київ, Україна

Аналіз виробничої експлуатації посівної техніки свідчить про те, що в процесі використання сівалок відбувається зношування деталей пари тертя «диск - прокладка» висівного апарату [1]. Слід зазначити, що під час посіву просапних культур у сівалок із нижнім розташуванням висівного апарату відстань до ґрунту в робочому стані становить в межах 50-100 мм. Тобто, робочі органи висівного апарату в процесі експлуатації перебувають в зоні великої запиленості повітря, яка знаходиться в межах від 0,05 до 1 мг/м<sup>2</sup> зі збільшеним вмістом пилоподібного абразиву.

Аналіз умов роботи та характерних пошкоджень посівних машин показав, що робочі поверхні решти деталей висівного апарату також впливають на працездатність сівалок, але їх роль не значна [2]. Пил у вигляді дрібних абразивних частинок проникає в пари тертя механізму, осідає на поверхнях, що спричиняє підвищене зношування і руйнування деталей.

У зону контакту пар тертя «диск - прокладка», які забезпечують необхідну величину розрідження, потрапляють абразивні частинки великого і середнього пилю. Зазначені пилові забруднення потрапляючи в мікронерівності прокладки призводять до зносу та порушення стабільного присмоктування насіння. Це призводить до нестійкості та нерівномірності висіву, а також порушення загортання насіння в ґрунт.

Знос ущільнювальної прокладки теж схильний до абразивного зношування і багато в чому схожий з процесом зношування дозувального диска, але проходить більш інтенсивно, оскільки матеріал прокладки м'якший.

Можна зробити висновок про те, що на працездатність посівних машин безпосередньо впливає зносостійкість пар тертя, яка залежить не тільки від форми та якості поверхневого шару деталей і механіки процесу, а й від умов взаємодії пар тертя як між собою, так і з навколишнім середовищем.

Для більшості сільськогосподарських підприємств основним методом підтримання працездатного стану сівалок є їх своєчасне технічне обслуговування та ремонт [2].

## Список літератури

1. Бойко А. І., Попик П. С., Банний О. О. Вплив швидкості переміщення дозуючого елемента з керованим вектором присмоктування на появи пропусків та двійників при висіві насіння. Сільськогосподарські машини: Вісник Луцького НТУ. № 33. Луцьк, 2015. С. 3 – 7.

2. Новицький А. В. Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків, 2014, вип. 2 С. 41–48.

## ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

Дерябкіна Є.С., к.т.н., доцент,  
Мац Є.І., магістрант, Кравченко М.О., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The directions of solving the main tasks in the field of designing technological processes in the manufacture and repair of agricultural machinery, and the organization of repair production are considered. The role of technological preparation as a stage of technical preparation of production is determined.*

Існує гостра необхідність у забезпеченні високого рівня зносостійкості та довговічності деталей і вузлів, що підлягають ремонту в експлуатаційних умовах. Вирішення цих завдань для сільськогосподарської техніки, насамперед, залежить від впровадження прогресивних методів відновлення та зміцнення деталей з урахуванням їх конструктивно-технологічних особливостей, скорочення термінів ремонту, економії матеріалів та зниження трудомісткості, впровадження нових ресурсозберігаючих технологій та обладнання, що дозволяють вирішувати експлуатаційні завдання з науковою обґрунтованістю і техніко-економічною доцільністю.

Від проектування виробничих процесів на ремонтних підприємствах і підприємствах, що проводять ремонт і обслуговування сільськогосподарської техніки залежить наскільки трудові і матеріальні витрати на виробництво і ремонт відрізнятимуться від середніх витрат об'єктивно диктованих конструкцією, зносостійкістю і умовами експлуатації машин. Це висуває відповідні задачі в області проектування, реконструкції і будівництва сервісних ремонтних підприємств, що дають найбільш високий техніко - економічний ефект[1,2].

Технологічна підготовка виробництва на підприємствах технічного сервісу, являє собою комплекс заходів щодо освоєння нових і вдосконалюванню існуючих способів відновлення і зміцнення з використанням найбільш прогресивних методів і засобів виробництва. В цілому технологічна підготовка виробництва являє собою сукупність взаємозалежних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємств до виробничої діяльності заданої якості при встановлених строках, обсязі робіт, що виконуються і витратах. Основним завданням технологічної підготовки виробництва, що визначає головний її напрямок, є розробка прогресивного технологічного процесу і забезпечення його необхідним технологічним оснащенням, технічно та економічно найбільш відповідним даним виробничим умовам.

В умовах безперервного ускладнення конструкцій сільськогосподарської техніки, зростання об'єму відновлювальних робіт велику роль грає правильне проведення технологічної підготовки виробництва, що у значному ступені визначає його трудомісткість і строки освоєння, економічні показники, ефективність використання засобів механізації і автоматизації. Оптимальні рішення можуть бути отримані лише при сумісному розгляданні конструкторських і технологічних питань. Найбільший ефект технологічної підготовки досягається при комплексному вирішенні питань по технологічному відпрацюванню конс-

трукцій, розробці технологічних процесів та їх оснащення на всіх етапах виробництва. При цьому в кожному конкретному випадку проектування виборного або іншого варіанта виконання окремих операцій технологічного процесу має базуватися виключно на техніко-економічному порівнянні їх між собою. Такі порівняння повинні проводитися шляхом з'ясування проектного завантаження та можливого ступеня раціонального використання обладнання, що намічається до вибору, з урахуванням його індивідуальних конструктивних особливостей продуктивності, інших технологічних характеристик, вартості та експлуатаційних витрат.

Для здійснення робіт з ТПВ на підприємстві має бути комплект технічної документації на виріб, насамперед: конструкторська документація; перелік нових технологічних процесів; перелік стандартних вимірювальних засобів кожного робочого місця, включаючи робочі місця вхідного контролювання; перелік нестандартної апаратури, необхідної для виготовлення, регулювання і випробувань; відомість застосовності покупних комплектувальних виробів.

Правильні і прогресивні рішення цих питань у значній мірі визначаються якістю прийнятих конструкторських розробок щодо проектування, відпрацювання та освоєння найбільш прогресивних технологічних процесів і розробку необхідної документації; проектування, виготовлення і налагодження спеціалізованих і спеціальних видів технологічного оснащення та устаткування, засобів механізації і автоматизації.

Технологічні процеси є складовою частиною виробничого процесу, який крім них включає енергетичні, ремонтно-відновлюючі, транспортні і складські операції: внутрішньозаводське або внутрішньоцехове пересування матеріалів і виробів, зберігання їх на складах або у цехах між операціями обробки.

Трудомісткість стадії технологічного підготовки виробництва за відношенням до загальної трудомісткості технічного проекту виробу в одиничному виробництві складає близько 20...25%, в серійному — 50...55%, а у великосерійному і масовому — 60...70% (із зростанням технологічної оснащеності виробництва збільшуються обсяги робіт з ТПВ).

Отже, підсумовуючи вищесказане, зазначимо, що якість відновлених деталей і ефективність технічного сервісу в цілому залежать від прогресивності технологічних процесів, що застосовуються. Сучасний стан виробництва сільськогосподарських машин (техніки) і накопичений досвід дозволяють намітити шляхи подальшого вдосконалення підприємств технічного сервісу і тим самим створити передумови для переведення його на новий, вищий рівень.

Список використаних джерел

1. Новицький А. В., Карабиньш С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіП України, 2017 р. 220 с.
2. Ремонт машин і обладнання: підручник. О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, Т. С. Скобло, Ружило З. В. та ін.; за ред. проф. О. І. Сідашенка, О. А. Науменка. К.: Аграр Медіа Груп, 2014. 632 с.

## ОЦІНКА МІКРОСТРУКТУРИ НАПЛАВЛЕНИХ ЗОН З РІЗНИМИ ДОБАВКАМИ ВУГЛЕРОДМІСНИХ ПОРОШКІВ

І.М. Рибалко, д.т.н., доцент, В.Є. Мельников, здобувач вищої освіти  
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*One of the most important indicators that determine the demand for the designed object is its quality. Ensuring the required quality is possible by meeting the operational requirements for machine parts, by introducing carbon powders, which will allow for hardening during surfacing due to grain grinding, but will also reduce wear of products during operation.*

Одним із найважливіших показників, що визначають попит на проектований об'єкт, є його якість. Забезпечення необхідної якості можливе при задоволенні експлуатаційних вимог, що пред'являються до деталей машин, при введенні вуглецевих порошків, дозволить забезпечити зміцнення при наплавленні за рахунок подрібнення зерна, але і знизить знос виробів у процесі експлуатації.

Враховуючи той факт, що наноалмази, алмази та шунгіт плавляться при  $t=4000^{\circ}\text{C}$ , можна очікувати збереження цих порошків (у вигляді включень) розподілених у наплавлених шарах. Тому насамперед аналізували ці включення по перерізу наплавленого шару [1-6].

При введенні алмазів за розміром більші, ніж наноалмази, встановили їх однорідний розподіл у вигляді окремих темних включень у верхній зоні наплавленого шару. Їхній розмір змінювався від 0,005 до 0,04мм (рис. 1а). Причому максимальні розміри включень були поодинокі. У разі коли порошок рівномірно не розподілювався, відзначалося його агрегування. При кристалізації такої зони відзначалася поява тріщини через відмінність у коефіцієнтах лінійного розширення агрегатовані алмази – метал наплавлення (див. рис. 1а).

Пошаровий аналіз дозволив встановити, що великі включення алмазів, що знаходяться в рідкому шарі, осідали на дно ванни і формували суцільний ланцюжок включень (див. рис. 1а). При поліруванні частина їх вифарбовувалась і вони залишали «сліди». Більш тонкий порошок, який перебуває якийсь період у зваженому стані, згодом так само осідав на дно рідкої ванни, що залишилася, і формував аналогічний шар.

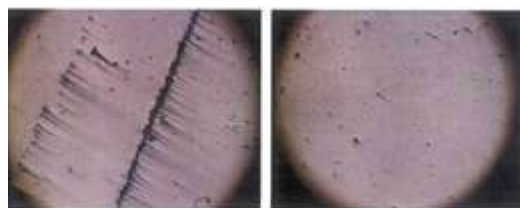
Введення дробленого шунгіту сприяло формуванню аналогічних за розміром включень. Однак частка великих стала меншою і вони розподілялися рівномірніше. Не виявлено їх осідання на дно рідкої ванни (див. рис. 1б). Про наявність включень також свідчило їх деяке фарбування при поліруванні. В цьому випадку агрегування включень практично не було.

При введенні наноалмазів (розмір 10-100нм) відзначалося їх агрегування (рис. 1в) у верхній зоні наплавлення, проте завдяки дисперсності порошку він інтенсивно не осідав на дно рідкої ванни, а розподілювався досить рівномірно.

У наплавленому шарі без введення порошків відзначалася значна кількість неметалевих включень розміром від 0,005 до 0,6 мм (рис. 1г).

Після травлення 4%-ним розчином азотної кислоти в етиловому спирті виявили особливість формування зони сплавлення наплавлення, які вводили вуглецевмісні порошки.





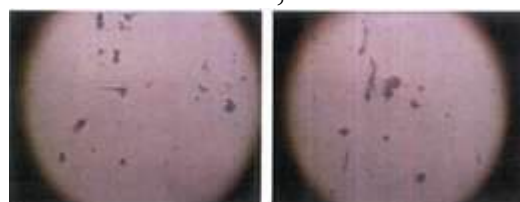
а

Нанопорошок (велика товщина) нетравлений, x100



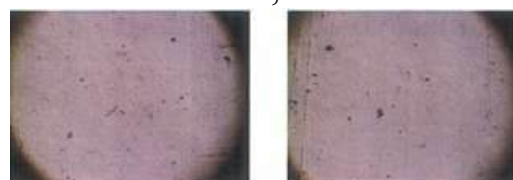
б

Шунгіт (на плоску поверхню) нетравлений, x100



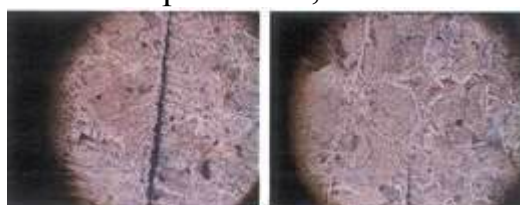
в

Нанопорошок (на плоску поверхню) нетравлений, x1000



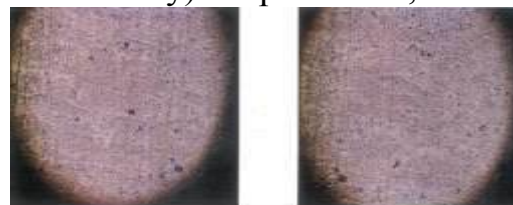
г

Наплавлення дротом Св-08Г2С(на пластину) нетравлений, x100



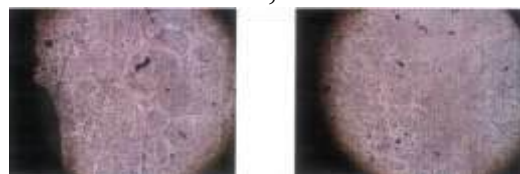
д

Нанопорошок (велика товщина) травлений, x100



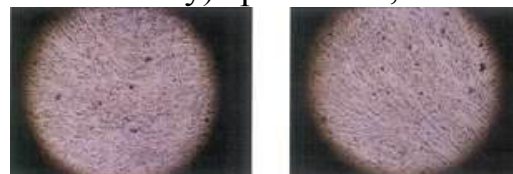
е

Наплавлення дротом Св-08Г2С(на пластину) травлений, x100



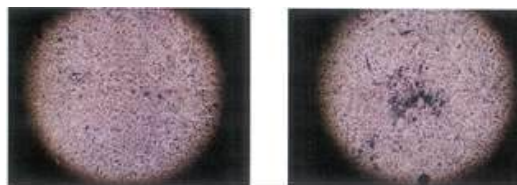
ж

Нанопорошок (на плоску поверхню) травлений, x100



з

Шунгіт (на плоску поверхню) травлений, x100



і

Шунгіт (на плоску поверхню) травлений, x1000

Рисунок 1 – Мікроструктура варіантів наплавлення дротом Св-08Г2С та з додатковим легуванням шунгітом й нанопорошком

У напавленні з грубим порошком (рис. 1д) та у вихідному (без добавок) перехідна зона «напавлений шар – основа» була рівною. Це з тим, що у першому випадку осідав порошок алмазів досить поступово. Для другого випадку – вихідного варіанта закономірно (рис. 1е).

За умови, коли алмази інтенсивно не осаджувалися, тобто частка порошку, що вводиться, була невеликою, то формована поверхня розділу була хвилястою, що забезпечувало велику міцність зчеплення (рис. 1ж).

Введення шунгіту (рис. 1з і 1і) та наноалмазів (рис. 1ж) так само призводить до формування хвилястої межі розділу. Такий вплив вуглецевих порошоків великої дисперсності можна пояснити нерівномірним осіданням (не видимим під оптичним мікроскопом) дрібних нанокристалів, які змінюють умови кристалізації межі розділу.

Вуглецевмісні порошки забезпечують дроблення зерна за рахунок додаткових центрів кристалізації. На відміну від вихідного металу наплавлення без порошоків структура однорідніша, менш чітко виявляються межі зерен. У ряді випадків проявляється голчаста будова.

### Література

1. Применение модифицирующих присадок для восстановления деталей машин / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, И.Н. Рыбалко, А.В. Марков. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. Вип. 47, Ч.І. С. 229-240.

2. Применение нанотехнологий в машиностроении / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, А.В. Тихонов, А.А. Гончаренко, А.Д. Мартыненко, С.П. Романюк, А.В. Плугатарьев, Мальцев Т.В., И.Н. Рыбалко. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. Харків: ХНТУСГ, 2019. №15. С. 19-30.

3. Лукаш В.С., Рыбалко І.М. Застосування нанотехнологій в машинобудуванні. *XIX-й Міжнародний форум молоді «МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ»*. Збірка матеріалів форуму. Харків: ДБТУ, 2023. С. 128.

4. Рыбалко І., Тихонов О., Полунін М. Застосування наноалмазів для підвищення якості відновленого шару наплавленням. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем*. Матеріали четвертої всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції. НУВГП, Рівне, 26-27 квітня 2023 р. С. 55-57.

5. Підвищення властивостей та експлуатаційної стійкості зміцнення та відновлення деталей модифікуванням із нано та дисперсними діамантами / І.М. Рыбалко, С.П. Романюк, Л.В. Омельченко, О.В. Марков. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii*. 2023, т. 21, No 2. С. 363-378. <https://doi.org/10.15407/nnn.21.02.363>

6. Creating a detonation charge with nano- and dispersed diamonds fractions. / T.S. Skoblo, O.V. Nanka, O.V. Saychuk, I.M. Rybalko. *The International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2021)*. Abstract Book of participants of International research and practice conference, 25-27 August 2021, Lviv. P. 145.

## МЕХАНІЧНІ ТА ЕЛЕКТРИЧНІ ВІДМОВИ АВТОТРАКТОРНИХ ГЕНЕРАТОРІВ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА СПОСОБИ УСУНЕННЯ

Автухов А.К. д.т.н., проф., В.С. Можейко, магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article provides information on: causes of mechanical and electrical failures of motor-tractor generators during operation, methods of their identification and elimination.*

Відмови автотракторних генераторів можуть виникати через різні фактори, включаючи механічні проблеми та електричні несправності.

Механічні пошкодження автотракторних генераторів такі як: пошкодження шківів та ременя приводу генератора та знос підшипників можуть виникати з різних причин, і саме вони можуть значно вплинути на працездатність генератора та його ефективність.

Факторами, що сприяють пошкодженню шківів та ременя приводу генератора можуть бути знос, неправильне натягнення, неправильне регулювання та механічні удари. У разі зносу шківів або ременя їх слід замінити. Для забезпечення безвідмовної роботи генераторів на протязі усього періоду експлуатації доцільно перевіряти натяг ременя і шківів, налаштувати натяг відповідно до специфікацій виробника.

Пошкодження підшипників при експлуатації генераторів проявляється надмірним шумом та вібрацією ротора. Основною причиною зносу підшипників є недостатнє їх змащення, забруднення та старіння матеріалів. При зносі підшипників їх замінюють на нові.

До електричних пошкоджень генераторів слід віднести несправність щіток і колектора, пошкодження діодного мосту, несправність обмоток статора чи ротора, збоїв в регуляторі напруги.

Несправності щіток і колектора виникають внаслідок їх зношення або забруднення. Це може призвести до поганого контакту та, як наслідок, втрати електричної потужності. При виконанні ремонтних робіт необхідно перевірити та замінити, за необхідності щітки і почистити колектор.

У разі пошкодження діодного моста генератор не може нормально працювати, що призводить до відсутності струму або його стабільності. Пошкодження діодного моста визначають за допомогою мультиметра і у разі необхідності виконують заміну пошкоджених діодів.

При експлуатації генераторів можливе коротке замикання чи обрив обмоток статора або ротора, що може призвести до повної відмови генератора. У разі виникнення таких несправностей перевіряють обмотки на наявність обривів або коротких замикань за допомогою омметра. Пошкоджені обмотки замінюють на справні.

Відмови в роботі регуляторів напруги, можуть виникати внаслідок механічних пошкоджень або електричних збоїв. В сучасних автотракторних генераторах несправність регуляторів напруги усувається їх заміною на справні.

## ВПЛИВ ТОВЩИНИ НОСКУ ЛЕМІШІВ НА ЯКІСТЬ ОБРОБКИ ҐРУНТУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАТРАТИ ПРИ ОРАНЦІ

О.В. Тіхонов, к.т.н., доцент; І.М. Рибалко, д.т.н., доцент;

Мороз М.М., здобувач вищої освіти

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The traction support of the plow with advanced plowshares with a chisel or metal sheets welded onto the surface of the toe are 5-10% thicker than standard ones. When developing the technology for updating the plowshare, great attention was paid to the geometric parameters of the blade. And with plowshares with a thick toe, installed chisels or a welded plate, the metal consumption increases by 0.815-1.63 liters.*

Відомо, що при основному обробітку ґрунту плугами загального призначення в період його фізичної стиглості в середньому лише 20% обробленої площі поля задовольняють вимогам агротехніки за ступенем кришення. А також необхідний рівень впливу на ґрунт.

Однією з основних деталей робочих органів ґрунтообробних машин є плужних леміш. Леміш призначений для підрізання ґрунтового пласта товщиною 20...35 см, його часткового кришення та подачі ґрунтової маси на корпус плуга. Він повинен зберігати протягом усього терміну експлуатації основні функціональні якості: здатність до заглиблення в ґрунт, підрізання та збереження товщини пласта, хід плуга по товщині, фарбування ґрунту, мінімальні енерговитрати та безпека праці. Відмови по граничному стану, передусім, пов'язані з прискореним зносом носової частини лемеша. При оранці глинистих, піщаних ґрунтів носок долотоподібного лемеша, що виступає перед лезом, першим впроваджується в ґрунт, забезпечуючи заглиблення лемеша і стійкість лемеша при оранні. Високий тиск, що реалізується в зоні підвищеного силового контакту різальної кромки носка з ґрунтом, викликає його випереджувальне зношування по відношенню до леза. Випереджаюче зношування носка негативно позначається на якості оранки задовго до втрати ресурсу лемеша, при цьому основний критерій - граничний знос носка.

Робота плуга пов'язана, високим зносом робочих деталей, що контактують з ґрунтовою масою, що володіє великою зношувальною здатністю у зв'язку з наявністю в її складі абразивних частин. Корпуси плугів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва в даний час комплектують в основному складовими лемешами, частіше з накладним долотом. Долота – деталі, що зазнають максимальних навантажень при оранці. Оранка є найбільш енергоємною технологічною операцією, що вимагає значної витрати енергоресурсів. Тяговий опір плуга залежить від стану леза лемешів. Леміш плуга в результаті зношування затуплюється, змінює свою первісну форму: носок закруглюється, з тильного боку леза утворюється фаска. Затуплення лемеша призводить до того, що плуг під час роботи не витримує заданої глибини, виглиблюється з борозни, а тяговий опір різко зростає. При затупленні леза лемеша до 3...4 мм тяговий опір плуга на оранці збільшується на 25%, витрата палива трактора зростає на 6...8%, а продуктивність агрегату знижується. При затупленні лемеша до товщини леза понад 2 мм леміш заточують з робочої сторони під кутом 25...40° на обдирочно-заточному верстаті. При заточенні леміш

пересувають від носка до п'яти і назад.

Витягування леза з подальшим заточуванням і загартуванням. Леміші вимагають ремонту або заміни, якщо ширина лемішу з прямим лезом зменшилася на 10 мм або якщо довжина носку долотовидного лемішу зменшилася на 25 мм. Леміші, зношені по ширині, відновлюються до номінального розміру шляхом витягування залишку металу, наявного на тильній стороні лемішу, з подальшим загартуванням і відпуском. Або приварюванням додаткових пластин матеріалу. Заводи виробники випускають також самозагострювальні леміші з наплавленим шаром твердого сплаву вздовж леза леміша. Перевагою таких лемішів є те, що, незважаючи на знос, лезо завжди залишається гострим. Ці леміші самозагострюються на всіх ґрунтах, крім піщаних і кам'янистих, не вимагають періодичної підтяжки, а термін їх служби в кілька разів перевищує термін служби звичайних лемішів. Широке застосування одержав сплав сормайт-1. Цей сплав застосовують для наплавлення лез при ремонті та виготовленні на заводах лемішів тракторних плугів, лап культиваторів, ножів силосозбиральних комбайнів, ножів силосорізок та ін. Склад сормайт-1 складається з 28% хрому, 3,1% вуглецю, 1,5% марганцю, 3% нікелю та 64,4% заліза. Наплавлення лез сормайтом товщиною 1...2мм у кілька разів підвищує зносостійкість деталей та забезпечує їх самозагострення. Якщо прийняти зносостійкість сталі Л53 (з якої виготовляють плужні леміші), що дорівнює 1, то зносостійкість сормайт-1 в 5 разів більша. Також відновлюють леміші приварюванням або припаюванням матеріалу з лицьового та тильного боку, що збільшать його товщину. У загальному опорі плуга частка опору коліс становить 8 – 10%, польових дощок корпусів – 10 – 15%, відвалу та лемішу – 75 – 80%, причому на леміш доводиться 50 – 60%. Енергія, безпосередньо витрачена виконання процесу оранки, розподіляється так: на деформацію ґрунту 16%, на підняття і прискорення ґрунтового пласта 12%, на подолання сил тертя 60%, на різання ґрунту 12%. Тяговий опір плуга з досвідченими лемішами з долото або привареними на поверхню носку листами металу на 5-10% вище, ніж із серійними. При розробці технології відновлення леміша велика увагу треба приділялася геометричним параметрам носку леміша.

Так, у трактор МТЗ 82 з двигуном Д 240. Його потужність становить 59,25 кВт. Розрахункове споживання палива – 0,238кг/кВт на годину. Таким чином: щоб зорати стандартними лемішами, один гектар землі, у весняно-літній період потрібно 16,3 літри солярки. А лемішами з потовщеним носком встановленням долота або наплавленою пластиною металу витрата збільшується на 0,815-1,63 літра.

**Література.** 1. Нуриев К.К., Шарипов Ш.Ш. Установление предельного срока эксплуатации плужных лемехов. Ташкент: Фан, 2003. 98 с.

2. Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Полунін М.В. Дослідження способів відновлення плужних лемішів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ» 23-24 листопада 2023 року. Харків: ДБТУ, 2023. С. 433-437.

3. Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Полунін М.В. Дослідження зносу багатозубчастих лемішів. *Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування*: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.). Полтава: ПДАУ, 2023. С. 161-165.

## ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ: ПЕРЕВАГИ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОГО ПРИВАРЮВАННЯ

А.К. Автухов д.т.н., проф., В.О. Мулярчук, магістант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Information over is brought on proceeding in the threadbare details of agricultural technique. The rendered preferences and prospects of application of the electropin welding on are at proceeding in the details of machines and equipment of sіль когосподарського production.*

Одним із найважливіших напрямів забезпечення запасними частинами машин і обладнання підприємств АПК є організація відновлення зношених деталей.

Доведено, що 85 % деталей машин втрачають працездатність за зносу, що не перевищує 0,2...0,3 мм. У машинах, що надходять у ремонт, придатних деталей для експлуатації до 45 %, таких, що підлягають відновленню, - до 50 %, і тільки 5-9 % - не підлягає відновленню. Усе це свідчить про значні розміри ремонтного фонду та доцільність його відновлення.

Нині існують різні методи відновлення деталей машин сільськогосподарської техніки, серед яких провідне становище посідають способи наплавлення, які передбачають розплавлення основного і присадного матеріалів. До таких способів наплавлення належать: ручне дугове наплавлення неплавкими і покритими плавкими електродами, наплавлення під шаром флюсу, дугове наплавлення в захисних газах, плазмове, вібродугове, газове тощо. Ці способи дають змогу значно підвищити продуктивність праці, отримати наплавлені шари з особливими властивостями. Водночас застосування цих способів у деяких випадках ускладнене внаслідок значного термічного впливу на метал деталі, окиснення і вигоряння легувальних елементів в основному і присадочному металах, необхідності великих припусків на подальше механічне оброблення, значної витрати присадочного металу, необхідності значних підготовчих операцій.

З огляду на певні складнощі при відновленні деталей машин вище наведеними способами можна визнати, що електроконтактне приварювання стрічки не має значної кількості наведених недоліків. Цей метод дозволяє отримати міцне з'єднання деталей із використанням електричного струму та тиску, без потреби у додаткових матеріалах для зварювання (наприклад, електродах чи присадних матеріалах).

Основні переваги електроконтактного приварювання це швидкість відновлення деталей, мінімальні термічні деформації у місцях відновлення зношених поверхонь, відсутність додаткових матеріалів та висока міцність з'єднання.

Загалом, електроконтактне приварювання є ефективним методом для ремонту та відновлення деталей машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, оскільки забезпечує швидкість, міцність і економічність процесу.

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЦІЛІСНИХ І СКЛАДАЛЬНИХ МАСЛОЗЙОМНИХ КІЛЕЦЬ ДИЗЕЛІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

О.А. Науменко, к.т.н., професор; А.В. Остапюк, здобувач вищої освіти  
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*A survey of service station motorists showed that the assembled rings remove oil from the cylinder walls better and have a longer service life. The commitment of manufacturers to oil scraper rings of one type or another often comes from tradition. Thus, American and Japanese companies usually use assembled rings on gasoline engines, while European companies, on the contrary, more often use solid ones.*

Маслозйомні кільця перешкоджають проникненню олії з картера в камеру згоряння, знімаючи надлишки олії зі стінки циліндра. Їх встановлюють нижче за компресійні. Вони, на відміну від компресійних кілець, мають наскрізні прорізи або складаються з двох кілець скребкового типу. На поршні деяких двигунів встановлюють складові кільця маслозйомні, виготовлені з двох сталевих дисків і двох пружинних розширювачів – осьового і радіального. Осьовий розширювач, розташований між дисками, щільно притискає їх до стін канавки поршня. Радіальний розширювач щільно притискає диски до циліндра. Збірні кільця добре прилягають до поверхні циліндра та забезпечують низьку витрату картерної олії [1-4].

Маслозйомні кільця встановлюються на рівень нижче по відношенню до компресійних. На відміну від цільної структури компресійних, вони виготовляються з наскрізними прорізами (з литого чавуну), або складовими з пружинами, що розширюють (зі сталі). Складові кільця являють собою одне тонке верхнє кільце, одне нижнє та два розширювачі (осьовий та радіальний). Залежно від типу поршня та двигуна можна встановлювати пару маслозйомних кілець. Даний тип кілець випускають три види:

- хромовані;
- нехромовані;
- сталеві.

Герметизація камери розширення чи згоряння; збільшення компресії, завдяки чому двигун може працювати та запускатися. Зменшення загальної витрати моторного масла машини (для всіх чотиритактних та дизельних двотактних двигунів); при цьому має забезпечуватися достатнє мащення всіх ковзаючих елементів. Утримання відпрацьованих газів від влучень їх у картер, відведення зайвого тепла від працюючого поршня, чим не допускається його перегрів та нормалізується теплопередача через стінки циліндрів.

Компресійно-маслознімні кільця беруть він відразу кілька функцій. Перше: додаткова герметизація камер згоряння. Друга: запобігання надмірній витраті масла. За фактом, кільце одночасно і перекриває доступ до камери згоряння, і знімає надлишки олії по ходу руху поршня від верхньої точки до нижньої. Такі кільця мають складнішу форму, ніж звичайні компресійні. У переважній більшості випадків виготовлення таких кілець йде легований чавун з пластинчастим графітом – матеріал менш міцний, ніж, наприклад, чавун, легований молібденом.

Нижні маслозйомні кільця, як нескладно здогадатися за їхньою назвою, беруть на себе завдання зняття масла зі стінок циліндрів та подальшого його відведення в картер двигуна через спеціальні пази чи отвори. Маслозйомні кільця бувають двох видів (рис. 1):

- Набірні, що включають пару кілець і двофункціональний розширювач;
- Коробчасті з еспандерною пружиною.

Основні вимоги до маслозйомних поршневих кілець: здатність швидко і якісно допрацьовуватися до стінок циліндра. Простіше кажучи, кільце повинно максимально заповнювати вільний простір, так як це збільшує ефективність зняття масла. На виготовлення маслозйомних кілець йде вуглецева сталь або сірий легований чавун. Якщо гільзи циліндрів виконані з чавуну, то маслозйомні кільця поршня повинні бути хромованими.



Рисунок 1 – Маслозйомні кільця

Компресійно-маслозйомні кільця зазнають набагато менших навантажень, так що і виходять з ладу вони набагато рідше за звичайні компресійні. Оскільки кільця беруть він відразу дві функції, вони мають особливу форму: конічну з невеликим кутом нахилу. На їхньому експлуатаційному ресурсі це практично не позначається.

Опитування мотористів СТО показало, що набірні кільця краще знімають масло зі стінок циліндрів і мають великий ресурс.

Прихильність фірм-виробників до маслозйомних кілець того чи іншого типу нерідко йде від традиції. Так, американські та японські фірми на бензинових двигунах майже завжди застосовують набірні кільця, а європейські фірми, навпаки, частіше використовують цілісні.

### Література

1. Температурное состояние, термическое сопротивление и трение компрессионных колец в двигателе / А.Ф. Шеховцов, Г.М. Рык, И.Я. Тухман, Е.И. Третьяк. *Двигатели внутреннего сгорания*. Х., 1976. Вып. 24. С. 44-52.
2. Возній, М.М. Конструкція двигунів внутрішнього згорання: Навчальний посібник. Львів: Друкарня ЛВІ НУ «Львівська політехніка», 2004. 171 с.
3. Автомобільні двигуни: Підручник. / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко. К.: Арістей, 2006. 476 с
4. Соколов О.Д., Маннапова О.В. Довговічність поршневих кілець ДВЗ: монографія. Одеса: ТЕС, 2014. 147 с.



## ВІДНОВЛЕННЯ НЕРУХОМИХ СПРЯЖЕНЬ ПОЛІМЕРНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

Попик П.С., к.т.н., доцент  
НУБіП України, м. Київ, Україна

*The cost of body parts significantly affects the amount of money spent on repairing tractor equipment. The main reason is their high price, compared to other typical parts. These parts are basic, resource-intensive parts that mainly determine the service life of the entire unit.*

У конструкціях сільськогосподарських машин налічується велика кількість спряжень деталей. Одним з дефектів нерухомих спряжень, що найчастіше зустрічаються, є знос посадкових місць під підшипники.

Розроблений спосіб відновлення посадкових місць під підшипники корпусних деталей за допомогою епоксидних смол полягає у формуванні отворів з епоксидним покриттям до номінального розміру шляхом протягування сталевого полірованого калібру. Використання цього способу відновлення можливе лише за наявності пристосувань, що забезпечують дотримання міжцентрових відстаней та паралельності осей отворів, що відновлюються. У кожному конкретному випадку доводиться вирішувати питання базування інструменту при формуванні отворів. Вироби з полімерних композицій представлені на рис. 1.



Рис. 1. Вироби з полімерних матеріалів

Запропоновано та розроблено технологічний процес відновлення посадкових місць під підшипники ковзання. Відновлення гнізд вкладишів корінних підшипників двигунів Д-245 виконують за такою технологією [1].

Зношені поверхні зачищають до металевого блиску та знежирюють ацетоном. Після цього на передню і задню торцеві поверхні блоку циліндрів двигуна встановлюють пристосування для центрування, що являє собою дві сталеві плити з отворами під установчі штифти, отворами під шпильки і опорними циліндричними поверхнями під оправку. На знежирені поверхні постелей та кришок шпателем наносять шар епоксидної композиції наступного складу (у вагових частинах): епоксидна смола ЕД-16 - 100; дибутилфталат - 20; чавунний порошок - 120; затверджувач АФ-2 - 10. На постелі блоку і пристосування для центрування встановлюють калібрувальну оправку, попередньо змастивши її шаром оливи АКЗП-6. Перед встановленням кришок під них встановлюють прокладки з фольги товщиною 0,05 мм. Після затягування болтів кришок видаляють підтйоки епоксидної композиції і витримують блок циліндрів при кімнатній температурі протягом 1,5-2 год.

Калібрувальна оправка виконана у вигляді труби, що має шліфовану зов-

нішню поверхню з розмірами, що відповідають номінальним розмірам гнізд вкладишів. Всередині калібрувальної оправки встановлений нагрівальний елемент, за допомогою якого виконують затвердіння епоксидної композиції. Температура оправки - 120° С - контролюється за допомогою термометра, встановленого всередині оправки. Тривалість затвердіння 1,5 год. Після затвердіння композиції знімають кришки, калібрувальну оправку, пристосування для центрування і видаляють залишкові напливи.

Встановивши кришки постелей корінних підшипників та затягнувши болти, проводять контрольні виміри гнізд вкладишів корінних підшипників.

Відновлення посадкових місць під підшипники коробок передач автомобіля КраЗ-6510 виконують в наступній послідовності. Після підготовки, на зношені поверхні посадкових місць наносять шпателем епоксидну композицію. Потім картер витримують протягом 1 години на повітрі при температурі 18-20°С з метою збільшення в'язкості епоксидної композиції. Картер встановлюють на плиту кондуктора, що закріплена на столі радіально-свердлильного верстата. Кондуктор складається з плити із запресованими втулками та двома штифтами, призначеними для фіксації картера у певному положенні. Отвори в плиті під втулки та штифти розточені з дотриманням міжосьових відстаней та паралельності осей отворів посадкових місць картера.

Шар епоксидної композиції формують під номінальний розмір отворів за допомогою оправки, що калібрує, що закріплюється в шпинделі радіально-свердлильного верстата. Формування отворів проводять протяжкою оправки. Калібрувальна оправка своїм нижнім хвостовиком входить у напрямну втулку кондуктора, що забезпечує дотримання міжцентрових відстаней та паралельності осей отворів. Після формування отворів на їх поверхні залишається шар епоксидної композиції, що забезпечує отримання посадкових місць під підшипники з номінальними розмірами. Затвердіння епоксидного покриття проводиться в термошафі за ступінчастим режимом: при температурі 60° С - 2 год, при температурі 100° С - 1 год, при температурі 150° С - 1 год.

Впровадження розробленого процесу дозволило забезпечити відновлення посадкових місць під підшипники встановленням додаткових деталей, виключити механічну обробку, забезпечити відновлення з дотриманням міжосьових відстаней та паралельності осей отворів.

#### Список літературних джерел

1. Мельник В.І. Ружило З.В., Мельник В.І., Новицький А.В., Ревенко Ю.І., Бистрий О.М., Попик П.С. Надійність машин та обладнання. Ремонтвання машин та відновлення деталей. Том 2. Навчальний посібник: НУБіП України. Київ. 2023. 313 с.
2. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Solomka O.V., Popyk P.S., Shvidia V.O., Stepanenko S.P. Experimental studies on drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment. INMATEH: Agricultural Engineering, 2019, vol. 57, pp. 141-146, Bucharest, Romania.

УДК 621.793.

## **ПОЛПШЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ НАНЕСЕНОГО МЕТОДОМ ЕІО ЕЛЕКТРОДАМИ ЗІ СТАЛІ 30X13**

Пятодверний С.В., Бажанов Д.Г., Кальченко М.С., Фокін В.В., - здобувачі ВО.

Науковий керівник - к.т.н., доцент Мартиненко О.Д.

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article considers a method for improving the surface properties of coatings applied with an electrode from 30X13 steel. The results of laboratory experiments are analyzed. The characteristics of seed coatings by the ESP method after plastic deformation of the surface of the part are given.*

При виборі способу нанесення покриттів на деталей, важливим є оцінка умов їх роботи (тип сполучення, види тертя і відносне переміщення поверхонь при експлуатації, температурний режим і робоче середовище). Саме це визначає вибір матеріалу та способу зміцнення поверхні.

Використовуючи як наплавочні, широко застосовувані низько- і середньовуглецеві матеріали, через відмінності в коефіцієнтах лінійного розширення з металом деталі, в зоні сплавлення формуються дефекти, що різко знижують якість і надійність відновленої деталі. В поверхневому шарі формуються мікротріщини, змінюється субструктура, розвивається виражена карбідна неоднорідність, що веде до великого розкиду твердості та нерівномірного зношування [1, 2].

Промислове використання методу ЕІО показало ефективність цього методу, що дозволяє [2-5]: - отримувати пари тертя із заданими фізико-механічними властивостями; - зміцнювати та нарощувати шар за збереження властивостей серцевини деталі; - нарощувати шар на деталі з нетехнологічних, але зносостійких матеріалів (високовуглецеві сплави, заєвтектоїдні сталі та чавуни); - забезпечити нанесення покриття невеликої величини рівного зносу при експлуатації; - одержувати зміцнений шар без значної хімічної сегрегації домішок; - забезпечувати формування зміцненого шару з дуже дрібним зерном; - в результаті швидкої кристалізації підвищувати межу розчинності легуючих елементів, зміцнювати матрицю, збільшувати частку дисперсної карбідної фази, у тому числі на стадії вторинного твердіння; - забезпечувати формування нових метастабільних фаз, що розширюють можливість використання подальшої термічної обробки та пластичної деформації.

Особливістю структур, отриманих при ЕІО, є те, що вони формуються в умовах надшвидкісного охолодження. При цьому здійснюється перенесення металу з аноду (електроду) на катод (деталь). Швидкість кристалізації за даними [2-4] досягає  $105-10^6$  К/с. Така висока швидкість забезпечує формування дисперсного зерна ( $\approx 4 \times 10^{-2}$  мкм і менше). За традиційних високошвидкісних методів затвердіння його величина становить 0,1-10 мкм [1-4]. Відомо, що зі зменшенням розміру зерна суттєво зростає твердість, міцність та пластичність матеріалу.

При електроіскровому нанесенні покриття практично не прогрівається основний метал деталі, а в шарі, що нарощується, формуються розтягуючі напруги. Процес електроіскрової обробки, крім ряду переваг, перед іншими мето-

дами отримання покриттів має і недоліки. До них відносяться: мала товщина шарів, що наносяться ( $\approx 0,2-1,0$ мм); низька продуктивність процесу; складність отримання мікрорельєфу заданої шорсткості.

З аналізу літератури [2-5, 7] видно, що 90% відсотків деталей сполучень, що вийшли з ладу, мають знос до 0,1мм. Як було показано раніше [1-5], для збільшення продуктивності процесу ЕІО доцільно використовувати одночасно кілька електродів.

Що стосується шорсткості, що формується при ЕІО, то її величина не має особливого значення у разі використання обкатки або інших методів ППД (з вібрацією, або частіше без неї) (рис. 1).

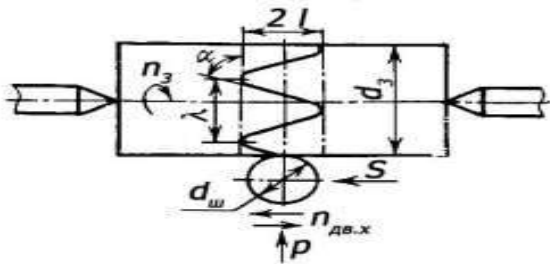


Рисунок 1. Принципова схема ППД

Спільне використання ЕІО і ППД зміцнює поверхневий шар деталі, зменшує його пористість (рис. 2), знижує рівень розтягуючих напруг, а в ряді випадків забезпечує формування - стискаючих.

Проведені в цій роботі дослідження були зіставлені з результатами, отриманими раніше за експлуатаційною стійкістю покриттів, нанесених іншими способами [1-8]. Технологія ЕІО забезпечує необхідний рівень зносу та корозійної стійкості поверхні деталей – штоків протягом заданого терміну служби (40000 год).

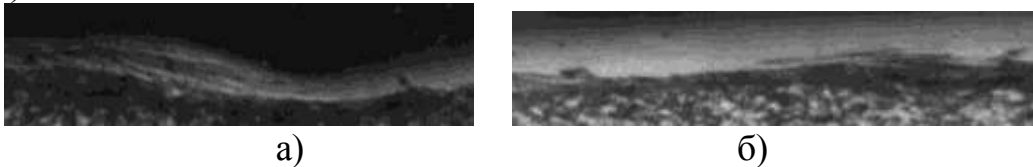


Рисунок 2. Топографія поверхні деталі після ЕІО: а, б х 100; а – до обкатки; б – після обкатки (при навантаженні 300Н).

На підставі проведеного комплексу лабораторних досліджень (табл. 1) встановлено оптимальні параметри ППД нанесених покриттів методом ЕІО, оптимальне навантаження для обкатки становить 300-400Н.

Таблиця 1. - Вплив величини навантаження на якість та конфігурацію поверхні

Матеріал електроду	Величина навантаження, Н	Чистота обробки, $R_z$ , мкм	Характеристика та конфігурація шару
30X13	100	80	Не змінює якість поверхні
	200	40	Значне покращення шару
	300	5-10	Оптимальна якість шару
	400	5-10	Те саме
	500	30-40	Хвилястість і змінання окремих ділянок шару

В результаті виконаних досліджень встановлено наступне:

- для покращення якості шару покриття, що наноситься методом ЕІО, та його зміцнення рекомендовано застосування операції – поверхневого пластичного деформування; - вивчено та попередньо оцінено навантаження при ППД, що визначають якість покриття при яких також забезпечується достатня міцність зчеплення нанесеного покриття з основою.

### Список використаних джерел:

1. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., Мартиненко О.Д., Гончаренко О.О., Сайчук О.В., Аветісян В.К., Автухов А.К., Рибалко І.М., Сиромятніков П.С., Бантковський В.А., Маніло В.Л. Практикум з ремонту машин. Том 1. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин: навчальний посібник; за ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 416с.

2. Исследования распределения химических элементов в слое после электроискровой обработки (ЭИО) [Текст]: сборник научных трудов / А.Д. Мартыненко // Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: сборник науч. тр. - Харьков: ХГТУСХ, 1997. - С. 140-145. - Библиогр.: с. 145.

3. Вплив параметрів на формування нарощувального шару та стійкість анода при електроіскровій обробці /О.Д. Мартиненко, А.В. Хар'яков, С.В. Лисенко, Д.О. Мартиненко, Т.С. Скобло// Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ФОП Воронюк В.В., 2010. - Вип. 96 : Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонт. вир-ві. - С. 427-433.

4. Нанесение покрытий методом ЭИО электродами с различным составом [Текст] / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, А.А. Науменко, А.Д. Мартыненко // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: труды IX МНТК., г. Харьков, 3-4 июня. 2004 г. – Х.: ХНПК "ФЭД", 2004. - С. 170-176.

5. Вплив параметрів обробки та електродного матеріалу на якість та властивості відновленого шару методом електроіскрового нарощування [Текст] /О.Д. Мартиненко, Т.С. Скобло, О.І. Сідашенко, О.А. Науменко // Перспективы развития механизации, автоматизации и технического сервиса сельскохозяйственного производства: СбТ. II НПК. - Полтава, 1997. - С. 32-35.

6. Мартыненко А.Д., Скобло Т.С., Сидашенко А.И. Исследование влияния химического состава анода на величину и качество слоя, восстановленного электроискровым методом. // Сб. науч. тр.: Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: - Х.: ХГТУСХ, 1997. – С.75-81.

7. Повышение качества покрытий нанесенных электроискровым методом [Текст] / Т.С. Скобло, А.Д. Мартыненко, А.В. Харьяков, А.В. Тихонов, А.Н. Килимник // Вісник Харків. держ. техн. ун-ту сіл. госп-ва. - Харків, 2004. - Вип. 23 : Техн. сервіс АПК, техніка та технології у с.-г. машинобуд. - С. 191-196.

8. Мартыненко А.Д., Скобло Т.С., Сидашенко А.И. Исследование влияния химического состава анода на величину и качество слоя, восстановленного электроискровым методом. // Сб. науч. тр.: Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: - Харьков: ХГТУСХ, 1997. – С.75-81.

## НАНЕСЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ ПЛАЗМОВО-ПОРОШКОВИМ МЕТОДОМ

Пятодверний С.В., Кальченко М.С., Фокін В.В., - здобувачі ВО.  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

Науковий керівник - к.т.н., доцент Мартиненко О.Д. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The paper considers the process of applying wear-resistant coatings using the plasma-powder method with iron-based powders.*

До числа найбільш ефективних технологічних процесів зміцнення та відновлення деталей у першу чергу відносяться способи з використанням висококонцентрованих джерел енергії - лазерна, плазмова, електропроменева та електроіскрова обробки, які не призводять до структурних змін та властивостей у підшарі. Крім того, застосування цих методів, завдяки локальному нагріванню поверхневого шару, не знижують втомної міцності відновлюваних деталей і забезпечують одержання необхідного по товщині покриття.

Аналіз способів нанесення покриттів показав, що найкращі технічні показники забезпечує плазмовий метод. Він дозволяє одержати заданий склад вже в першому шарі завдяки малому проплавленню поверхні деталі.

Метод не потребує великих припусків на механічну обробку. Висока температура плазмового потоку дозволяє використовувати будь-які матеріали для покриттів. Процес відрізняється високою продуктивністю.

Найчастіше використовують леговані матеріали на основі заліза. Вони забезпечують досить високу твердість (від 55 до 60 HRC<sub>3</sub>), найбільшу твердість та зносостійкість мають покриття, які забезпечують формування карбідів вольфраму, бору, титану та хрому.

Дослідження структури та властивостей покриття виконували безпосередньо на матеріалі колінчастих валів (сталь 45). Нанесення покриття методом плазмово-порошкового наплавлення здійснювали порошковими композиціями (табл. 1).

Таблиця 1. - Хімічний склад порошкових матеріалів

Матеріал	Зміст хімічних елементів, % мас.								
	Fe	Cr	Ni	B	C	Si	Mn	Mo	Cu
ПЖН4Д2М	Осн.		3,62		0,054	0,05	0,1	0,5	1,68
ФМИ – 2	Осн.	10,43		2,87	0,77	2,62	4,49		

Порівняльними дослідженнями нанесення покриттів з використанням різної частки порошкових композицій показано, що найбільш ефективною є композиція, яка складається з 40% ФМИ–2 + 60% ПЖН4Д2М. Вона забезпечує досягнення необхідної твердості рівної 52-55HRC, при зміцненні та відновленні колінчастих валів.

Покриття з оптимальним співвідношенням порошкових композицій для валів забезпечують однорідну структуру з дисперсними дендритами, без наявності пор, тріщин і часток нерозплавленого порошку.

Дослідженнями встановлено, що для нанесення покриттів плазмовим методом на шийки колінчастого валу СМД– 60 (Сталь 45, Ø 86мм) оптимальними па-

раметрами є: крок нанесення валиків, рівний 2–2,5мм при швидкості обертання деталі 3–7об/хв. Такі параметри забезпечують товщину покриття до 2,0мм і величину перехідної зони до 0,5–0,8мм. Зі зменшенням цих параметрів довжина перехідної зони зростає до 1,5мм. Показано, що температура на глибині від 0,5–0,8мм падає до значення 1000°C.

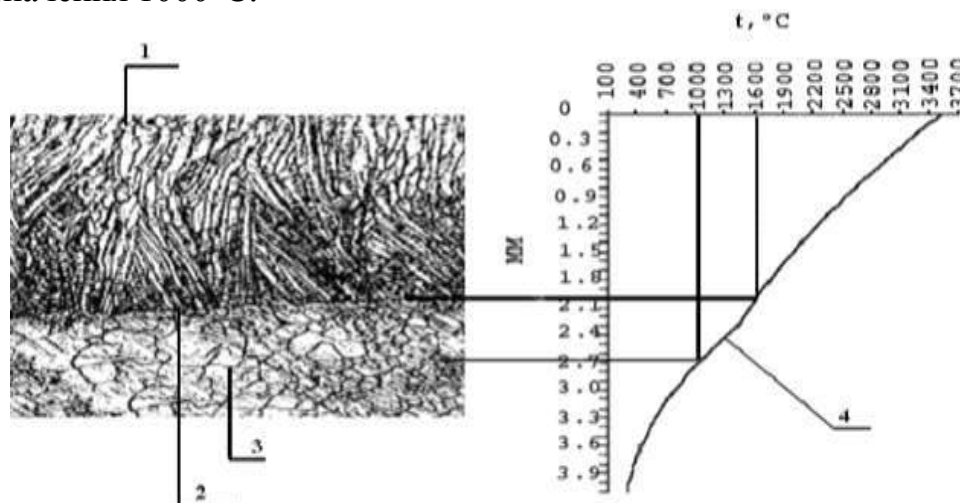


Рисунок 1. Зміна структури по глибині покриття і перехідної зони залежно від температурного поля: 1 - покриття, 2 - зона сплавлення, 3 деталь, 4 - зона перегріву (характеризується ростом окремих зерен).

На основі теоретичних та експериментальних досліджень запропоновано оптимальні параметри обробки при нанесенні покриттів плазмово-порошковим методом, які забезпечують оптимальні властивості та дозволяють регулювати величину перехідної зони і термічного впливу.

**Список використаних джерел:** 1. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., Мартиненко О.Д., Гончаренко О.О., Сайчук О.В., Аветісян В.К., Автухов А.К., Рибалко І.М., Сиромятніков П.С., Бантковський В.А., Маніло В.Л. Практикум з ремонту машин. Том 1. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин: навчальний посібник; за ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 416с.

2. Скобло Т.С., Сідашенко А.И., Харьяков А.В., Мартыненко А.Д. Износостойкость коленчатых валов тракторных двигателей. Труды 8 – й международной научно-технической конференции “Физические и компьютерные технологии”. Харьков: ХНПК “ФЭД”, 2003. – С. 163 – 166.

3. Скобло Т.С., Харьяков А.В., Науменко А.А., Мартыненко А.Д. Методика моделирования температурного поля при плазменно-порошковой наплавке с учетом приращения температуры // Сб. Докладов МНПК Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса сельскохозяйственной техники”. – Минск: БГАТУ, 2006. – С. 116 – 123.

4. Харьяков А.В., Науменко А.А., Золотухин Р.А. Исследование износостойкости покрытий полученных плазменно-порошковым методом // Вісник ХДТУСГ. Вип. № 24. Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні. – Харків. – 2004. – С. 231 - 237.

## РОЛЬ МОДИФІКУЮЧИХ ДОМІШОК У ПОКРАЩЕННІ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ

І.М. Рибалко, д.т.н., доцент; Р.С. Рижков, здобувач вищої освіти  
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*Determination of relative wear resistance of methods of restoration of parts surfaces was investigated and evaluated according to twelve variants. From the test results it follows that the best indicators in assessing wear resistance were shown by samples with additional introduction of clay and non-magnetic fraction of detonation charge with diamond inclusions on the T-620 electrode.*

Основною причиною виходу з ладу машин та механізмів є знос. 80-90% рухомих з'єднань та робочих органів сільськогосподарських машин, які контактують з абразивним матеріалом, піддаються інтенсивному зносу, втрачають свої експлуатаційні властивості, а це спричиняє за собою збільшення капіталовкладень на ремонт, відновлення, а в деяких випадках, заміну обладнання.

Абразивне зношування є одним з найпоширеніших видів зношування і зустрічається при роботі вузлів тертя більшості машин і устаткування: транспорт, шляхобудівельна і колійна техніка, гірничорудна промисловість, сільське господарство, робочі органи та ін. Відмітними ознаками абразивного зношування є: участь у процесі твердих часток, що володіють різною структурою, формою, розмірами, твердістю, міцністю, незначною адгезією до тертьових поверхонь; тертя в присутності таких часток характеризується нестационарністю їх контактів з поверхнею, що зношується, широким спектром і високою концентрацією напруг, фізико-хімічною активацією поверхонь твердих тіл [1-3].

Вибір оптимального варіанта керування шляхом застосування конструкторських, технологічних та експлуатаційних засобів забезпечення зносостійкості. Конструкторські та технологічні засоби мають бути в основному спрямовані на стримування процесів активізації, експлуатаційні на керування пасивацією. Від попадання абразиву в контакт набагато більший ефект дають інші методи захисту: ущільнення, фільтри, відстійники та ін.

В той час обґрунтований вибір легуючих елементів та модифікуючих домішок у сплавах для трібосистем тертя машин, механізмів і приладів впливає на закономірності явища структурної пристосовуваності і є одним з головних шляхів досягнення оптимальних показників тертя і поверхневої міцності

Для оцінки впливу модифікуючих домішок при нанесенні відновлювальних покриттів провели їх випробування на зносостійкість.

Відносну зносостійкість різних способів відновлення поверхонь деталей проводили і оцінювали за дванадцятьма варіантами [4-7]: 1 – наплавлення дротом Св-08Г2С з використанням наноалмазів; 2 – наплавлення дротом Св-08Г2С з використанням дисперсних алмазів; 3 – наплавлення дротом Св-08Г2С без введення модифікуючих домішок; 4 – наплавлення дротом Св-08Г2С з використанням порошку шунгиту; 5 – вихідний матеріал культиваторної лапи – сталь 65Г; 6 – нанесенням покриття електродом Т-620 з додатковим модифікуванням



немагнітною фракцією детонаційної шихти шляхом обмазки електрода; 7 – наплавлення електродом Т-620 з використанням розплавлення шлікерного покриття немагнітної фракції детонаційної шихти; 8 – нанесення покриття електродом Т-620; 9 – наплавлення електродом Т-620 з його обмазкою бентонітовою глиною; 10 – наплавлення електродом Е46 – Моноліт; 11 – наплавлення електродом з додатковим введенням глини Прилукського родовища; 12 – наплавлення електродом з додатковим введенням глини Куп'янського родовища.

Аналізуючи результати досліджень встановлено, що у варіанті модифікування зміцнюючого покриття для сталі 65 найменший коефіцієнт тертя має наплавлення електродом Т-620 без модифікування. В той же час найменший знос мають зразки наплавлені електродом Т-620 з введенням немагнітної фракції детонаційної шихти. Для варіанта наплавлення на сталь 45 дріт Св-08Г2С з модифікуванням наноалмазами має найменший коефіцієнт тертя та знос одночасно. При наплавленні деталей зі сталі 45 електродом Е-46 Моноліт з додатковим введенням глини Прилукського родовища також виявлено найменший коефіцієнт тертя та знос. Відносна зносостійкість – це величина, яка характеризує здатність матеріалу або поверхні протистояти зносу під час експлуатації. Вона визначається співвідношенням між зносом даного матеріалу і зносом еталонного матеріалу в однакових умовах експлуатації. Цей показник зазвичай виражається у відсотках або у вигляді безрозмірного коефіцієнта. Відносна зносостійкість використовується для оцінки властивостей матеріалів у машинобудуванні, будівництві та інших галузях, де важливий термін служби виробів.

**Література.** 1. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах. К.: Техніка, 1970. 396с.

2. Основи трибології: Підручник. / А.М. Антипенко, О.М. Белас, В.А. Войтов та ін. За ред. В.А. Войтова. Харків: ХНТУСГ, 2008. 342с.

3. Венцель Є.С., Лисіков Є.М., Євтушенко А.В. Основи трибології та хімотології: Навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2007. 241 с.

4. Improving the wear resistance of ho blades by modifying of restoration coatings / T.S. Skoblo, I.N. Rybalko, A.V. Tihonov, T.V. Maltsev. *Problems of Tribology*. 2019. 94 (4). P. 27-31. DOI: <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2019-94-4-27-32>

5. Рижков Р.С., Рибалко І.М. Управління абразивним зношуванням деталей машин. *МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ*: збірка матеріалів форуму XX-го Міжнародного форуму молоді. Харків: ДБТУ, 2024. С. 142.

6. Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Рижков Р.С. Тепловиділення на поверхні тертя в абразивному середовищі. *Інтелектуальні транспортні технології*: тези доповідей 5-ої міжнародної науково-технічної конференції, Харків, 25–27 листопада 2024 р. Харків: УкрДУЗТ, 2024. С. 316-319.

7. Рибалко І.М., Тіхонов О.В., Марков О.В., Захаров А.В., Рижков Р.С. Вплив модифікуючих домішок при нанесенні відновлювальних покриттів на зносостійкість. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Technical service of agriculture, forestry and transport*. Харків, 2024. №25. С. 58-67. <https://doi.org/10.37700/ts.2024.25.58-67>

УДК 631. 171.

## ОСНОВНІ МЕТОДИ УСУНЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ АВТОТРАКТОРНИХ ШИН

Новицький А.В., к.т.н., доц., Ружи́ло А.З., аспірант,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
[novitskiyav@ukr.net](mailto:novitskiyav@ukr.net), [a.ruzhilo90@gmail.com](mailto:a.ruzhilo90@gmail.com)

*The main damages of motor-tractor tires, their causes and ways of their elimination are presented. The technologies of tire restoration depending on the damage are proposed. The technologies that guarantee the durability and performance characteristics of the restored tires are proposed.*

Показник зносу є найважливішою характеристикою, що показує, як довго шина залишиться працездатною [1]. Протектор кожної шини схильний до зносу і дуже важливо не пропустити той момент, коли він досяг критичного рівня і шина вже не може забезпечити належну безпеку.

Кожна нова модель шини проходить тестування по офіційно встановленій методиці, і їй привласнюється показник зносу протектора, який теоретично відповідає тривалості "життя" шини [2]. Показник зносу є теоретично величиною і не може бути безпосередньо пов'язаний з практичним терміном експлуатації шини, на який значний вплив роблять дорожні умови, стиль водіння, дотримання рекомендацій по тиску, регулювання кутів сходу-розвалу автомобіля або трактора і ротація коліс. Показник зносу представлений у вигляді числа від 60 до 620 з інтервалом в 20 одиниць. Чим вище його значення, тим довше витримує протектор при випробуваннях по встановленій методиці.

Ремонт автотракторних шин залежності від виду пошкодження. До основних пошкоджень відносяться [3]:

1. Порізи (рис. 1) - це велике пошкодження, в результаті якого втрачається герметичність. Порізи є наслідком наїзду на гострий чи великий предмет, бордю́р, камінь, тощо;



Рис. 1. Загальний вигляд порізу автотракторної шини.

2. Грижа (рис. 2) - здуття, яке виникає в наслідок розриву ниток в каркасі шини чи розшаруванні зовнішнього прошарку від корда;



а.

б.

Рис. 2. Грижа. а – в наслідок розшарування корду і гуми; б - в наслідок розриву корду.

3. Проколи - невеликі пошкодження, які призводять до втрати герметичності, а в особливих випадках і до втрати корда;

4. Деформація борту;

5. Розрив корду та вихід ниток корду.

Основним методом ремонту, що застосовували до недавня, було накладання латок. Цей метод не давав довговічного ефекту.

На сьогодні застосовують наступні методи усунення пошкоджень шин:

- вулканізація зіпсованої ділянки покриття без використання звичайних латок. В результаті чого шини балансуються точно так само, як і нові і в подальшому можуть експлуатуватися без всяких обмежень швидкісного режиму.

- «гарячий» метод - зазвичай застосовується сира гума, така ж, як і для нових шин. Спочатку проводиться високотехнологічна перевірка каркасу шини, так би мовити, його «шорсткування». Всі виявлені при скануванні підозрілі ділянки перевіряються, проходять обробку, а потім ремонтують, щоб підвищити надійність шин. Після цієї процедури стрічка сирової гуми повинна бути намотана на екструдерну станцію по колу всього каркасу шини. Комп'ютерна технологія в наші дні може забезпечити точність в нанесенні сирової гуми по всій периметру шини. Це дає чудову збалансованість готової продукції. Шини приклеюються в пресформі таким же чином, як і нові шини.

- «холодний» спосіб - приварюванням готової протекторної стрічки до підготованого заздалегідь каркасу при точно підібраній температурі. Від «гарячого» способу відрізняється більш високою надійністю регенованих шин в експлуатації, і можливістю в подальшому ще раз використати каркас колеса для наварки нового протектора.

При проходженні початкової інспекції, каркаси шин перевіряються на наявність проколів, тріщин, подряпин, порізів, здуття, зміни кольору, розшарування, інші дефекти. Для виявлення внутрішніх невидимих дефектів використовується спеціальний ультразвуковий аналізатор шин.

При ремонті шин в процесі зняття і установки коліс для попередження «прикіпання» гайок і болтів на них наносять особливий мастильний матеріал на

основі міді, що спрощує процес відкручування. При використанні професійного шиномонтажного обладнання виключається нанесення пошкоджень гуми чи диску в процесі шиномонтажу.

Фірми, що займаються відновленням покришок, надають гарантію на відремонтвані покришки до повного зношення протектора. Також гарантують повну відсутність будь-яких дисбалансів і значних вагових чи швидкісних обмежень.

Варто зазначити, що термін експлуатації шин може значно знизитись під впливом наступних факторів: активний рух і висока швидкість руху; удари по вибоїнах на великій швидкості, по камінню, в бордюри; висока температура в ході руху (зазвичай перегрів виникає на покришках з низьким тиском); перенавантаження (знижує термін експлуатації на третину).

Переваги реставрації: менше витрачається ресурсів, економія часу і грошей у споживача, позитивний ефект для екології [4]. Постійний ріст ринку відновлення вантажних шин обумовлений тим фактом, що він відповідає на конкретні вимоги працюючих на дорогах професіоналів: їм потрібні безпека, комфорт і зниження експлуатаційних витрат.

Завдяки розвитку технології як «гарячого», так і «холодного» відновлення шин, сьогодні гарантують таку ж надійність, довговічність і експлуатаційні характеристики, як і нових шин.

### Список літератури

1. Бакфіш К. П., Хайнц Д. С. Нова книга про шини. К. АСТ, Астрель, 2009. 306 с.
2. Кравченко О.П., Ткаченко В.П., Сакно О.П., Лукічов О.В. Дослідження видів зносу та ушкоджень пневматичних шин спеціалізованого автотранспорту. Логістика промислових регіонів: Матер. Третьої міжнар. наук.-практ. конф. — Донецьк: ЛАНДОН-XXI, 2011. С. 384–388.
3. Ружи́ло А. З., Новицький А. В. Характерні пошкодження автотракторних шин: Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. Запоріжжя, 05-29 лютого 2024 р. Запоріжжя: ТДАТУ. С. 245–247.
4. Ружи́ло З. В., Рябоштан А. Ю., Гладун Н. А. Аналіз обладнання для проведення шиномонтажних робіт // Збірник тез доповідей VI Міжнародної наукової конференції «Екобіотехнології та біопалива в АПК – Energia 2012» (27 вересня – 03 жовтня 2012 року) / ННІ рослинництва, екології і біотехнологій та Технічний ННІ Національного університету біоресурсів і природокористування України. К., 2012. С. 56–86.

УДК 630.8

**ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН З  
ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ**Новицький А. В. к.т.н., доц., Сторож Р. О., аспірант  
НУБіП України, м. Київ, Україна

*Wood chipping machines operate in difficult conditions of direct contact of many parts with wood of different hardness, in the presence of foreign inclusions. This problem determines the increased need for a range of maintenance and repair services.*

Міжнародна практика свідчить про те, що частка деталей, які відновлюються у загальному обсязі споживання запасних частин досягає в розвинених зарубіжних країнах 30-35 % [1]. В Україні цей показник становить не більше 10 % - 15 %. Машини для подрібнення деревини працюють у важких умовах внаслідок великої запиленості повітря, безпосереднього контакту багатьох деталей деревиною різної твердості та сторонніми включеннями, складнощів для регулярного і повного ТО та ряду інших об'єктивних причин. Це визначає підвищену потребу машин в комплексі робіт з ТО та ремонту [2].

Головною причиною, яка зумовлює зниження довговічності робочих органів, технічних параметрів механізмів машин для подрібнення деревини, а також вказує на необхідність їх ремонту, є зношування робочих органів [3]. Безумовно, що розроблення ефективних способів підвищення зносостійкості робочих органів, з метою підвищення довговічності агрегатів машин для подрібнення деревини є важливою науковою та практичною проблемою.

Відновлення деталей включає в себе операції нанесення шару матеріалу на зношені поверхні ножів, протиріжучих ножів та решіток з метою отримання номінальних розмірів. Ця операція створює передумови для додаткового зміцнення робочих органів шляхом нанесення на швидкозношувані ділянки деталей зносостійких матеріалів.

З метою підтримання працездатності механізму подрібнення деревини машини GEMZ 560, слід розробити комплекс заходів, який передбачає: дослідження конструкторсько-технологічних параметрів; оцінку технічного стану деталей; обґрунтування граничних і допустимих при ремонті зносів; обґрунтування періодичності заточування; розробка технології відновлення [3].

Список літератури

3. Новицький А. В. (2014). Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. Вип. 2. С. 41–48.

4. Новицький А. В., Каменецька А. В., Чеботар І. Е. (2015). Моніторинг напрямків забезпечення надійності лісогосподарської техніки. Збірник наукових праць Луцького НТУ, Сільськогосподарські машини. Випуск 33. Луцьк. С. 107–116.

**АЛГОРИТМ ДІАГНОСТУВАННЯ ОХОЛОДЖУЮЧОЇ РІДИНИ ДВЗ**

Трунов Д.Р. ЗВО., Сорокін С.П. к.т.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The algorithm and means of assessing the quality of the coolant in the cooling system of internal combustion engines are considered*

Як охолоджуюча рідина (ОР) у двигунах внутрішнього згоряння застосовується де мінералізована вода, або антифриз (незамерзаюча рідина). У системі охолодження ОР є окремим функціональним елементом. Якість ОР суттєвим чином впливає на працездатність ДВЗ в умовах експлуатації.

Практично всі типи антифризів, незалежно від назви і класу, побудовані за схожим принципом: спиртова основа (багатоатомні спирти), вода і необхідні присадки (3-7 від загального обсягу).

Специфікацію ОР розробив концерн Volkswagen, і ця система найбільш повно характеризує їх якість і склад. Всі склади позначені буквою G і цифрами після неї.

Згідно специфікації Volkswagen антифризи бувають наступних класів:

- **G11.** Відповідають групі гібридних рідин на основі етиленгліколю. Містять і органічні, і неорганічні присадки. Ресурс становить 2-3 роки.
- **G12.** У цю категорію входять карбоксилатні антифризи, вироблені на основі етиленгліколю без неорганічних присадок. Антифризи зберігають свої властивості до 5 років.
- **G12+,(G12++)** Карбоксилатні (лобридні) антифризи, мають подовжений термін експлуатації (до 8 років) і більш високі екологічні характеристики.
- **G13.** антифризи на основі пропіленгліколю. Найбільш безпечні, служать до 10 років. Найдорожчі з усіх антифризів.

Перший показник справності системи – рівень охолоджувальної рідини в розширювальному бачку (не нижче мінімальної позначки).

Якість антифризу залежить від характеристик, основними з яких є (рис 1):



а)

б)

в)

г)

а) – наявність води і механічних домішок; б) – рівень рН; в) – температура застигання; г) – спрацювання присадок.

Рисунок 1 – Дослідження показників якості охолоджуючої рідин

- Зовнішні ознаки: колір, запах, консистенція.
- Кислотність.

- Температура застигання (густина).
- Антикоровісні властивості.

Для перевірки якості антифризу використовують такі засоби: прозорий скляний стакан, лакмусові індикатори (папірці), автомобільний рефрактометр і мультиметр. Алгоритм перевірки наступний.

Запускаємо двигун і даємо йому попрацювати 2-3 хвилини.

1. **Оцінка якості за зовнішніми ознаками.** Відбираємо пробу антифризу із системи охолодження в прозору склянку. Оглядаємо пробу на просвіт і засвідчуємось у відсутності механічних домішок. Крім цього оцінюємо відсутність сторонніх запахів (часто нашатиря).

2. **Перевірка кислотності.** У якісній охолодній рідині рН-фактор набуває значення від 7 до 9. У міру спрацювання присадок рН підвищується. Для контролю використовуємо лакмусовий індикатор. Індикатор занурюємо у відібрану пробу і через деякий час (30-40с.) він змінює колір. Порівнюючи колір індикатора з діаграмою на тубі визначаємо параметр кислотності.

3. **Перевірка температури застигання.** Температура застигання визначається співвідношенням етиленгліколю та води у суміші і прямо впливає на його стійкість до замерзання при низькій температурі. Перевірку антифризу за температурою застигання виконуємо за допомогою автомобільного рефрактометра (рис. 1в). У рефрактометрі є дві шкали для різних специфікацій антифризів (PROPYLENE G13 та ETHYLENE G11,G12). На шкалах нанесені значення температури у °С. За вимірним значенням температури по таблицях, за потреби, можна визначити густину ОР.

4. **Перевірка антикоровісних властивостей.** Важливою властивістю антифризу є захист деталей від корозії, ефективність якої визначається типом присадок, що додаються до складу. Перевірку проводимо за напругою, що виникає між корпусом автомобіля та антифризом (рис. 1г), використовуючи мультиметр. Вимірне значення напруги визначає якість та стан присадок у ОР.

- До 150 мВ – відсутні домішки. Склад якісний.
- 150 мВ та більше – є забруднення. Антикоровісні присадки втратили ефективність. ОР треба замінити.

Не всі автолюбители орієнтуються в класах антифризів, тому компанії-виробники розробили іншу систему ідентифікації - за кольором.

Правило зв'язку кольорів і класів працює в 90% випадків, лише іноді трапляються відхилення, коли охолоджувальну рідину забарвлено в колір, нехарактерний для її класу.

### Список літератури

1. Технічна діагностика тракторів: підручник / Мигаль В.Д. та ін. За загальною ред. проф. Мигалья В.Д. – Х., ДБТУ, вид-во «Майдан», 2024. С.234-246.
2. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник /О.В. Козаченко, С.П. Сорокін, О.М. Шкрегаль та ін.; За ред. проф.О.В. Козаченка. — Х.: Факт, 2013. С.156–175

## ЗАСТОСУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЗОЛОТНИКІВ ГІДРООБЛАДНАННЯ

Фокін В.В., Пятодверний С.В., Кальченко М.С., - здобувачі ВО.

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

Науковий керівник - к.т.н., доцент Мартиненко О.Д. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The paper examines the results of using composite materials in the restoration of hydraulic valve spools.*

Широке застосування гідравлічних систем, як в серійному виробництві так і в створюваних знову машинах, обумовлено не тільки сформованим десятиліттями підходом до проектування сільгоспмашин, а й реальними перевагами гідроприводу над електричними і механічними передачами. До переваг можна віднести високу питому потужність, малі розміри, зменшення вібрацій, швидкодія і високий коефіцієнт посилення, можливість регулювання переміщень пристосувань, надійне запобігання перевантаженням і ін.

Якщо проаналізувати дані по несправностям складальних одиниць гідравлічних систем, то можна зробити висновок: до вузлів, визначаючих довговічність приводу в цілому, відносяться гідронасоси, гідромотори, гідророзподільники і гідроциліндри. При цьому розподіл несправностей всередині системи виглядає наступним чином:

- відмови насосів і моторів від 11 до 20%;
- відмови гідророзподільних пристроїв від 15 до 30%;
- відмови силових циліндрів від 7 до 10%.

Основним дефектом, лімітуючим нормальну роботу гідророзподільника, є наявність витоків робочої рідини через діаметральні зазори між циліндричними отворами в корпусі і поясками золотника, які в процесі експлуатації збільшуються через зношування робочих поверхонь [1,2,3]. Відновлення поясків золотників виконують нанесенням електролітичного покриття.

Композиційні електролітичні покриття (КЕП) - це покриття, які отримані гальванічним методом і складаються з металевої матриці і тонко - дисперсних часток другої фази, розподілених в її об'ємі. Розмір таких частинок коливається у межах 0,01...50 мкм, кількість - від 1 до 50 об'ємних відсотків.

Як дисперсну фазу використовують порошки окремих елементів, але найчастіше застосовують хімічні сполуки на органічній чи неорганічній основі - безкисневі тугоплавкі сполуки, оксиди, полімери та ін.

Включення дисперсних частинок в електролітичні покриття дає можливість поліпшити механічні та антикорозійні властивості таких покриттів, не змінюючи зовнішньої форми виробів, на які вони наносяться. КЕП поєднують в собі властивості металів (електро- і теплопровідність, пластичність та ін.) і неметалів (жаропрочність, хімічна стійкість, висока твердість, змащувальні властивості і ін.) .

Переваги таких покриттів:

- вони утворюються безпосередньо на поверхні виробу і мають задану величину;



- матеріали виходять практично безпорістими;
- є можливість регулювання фізико-механічних властивостей одержуваних покриттів видом і кількістю додаючихся дисперсних матеріалів;
- використовуються економічні електролітичні методи і прийоми.

Ці властивості покриттів створюють передумови для широкого їх використання в різних галузях промисловості, в тому числі в ремонтному виробництві.

Важливою перевагою КЕП, в порівнянні з твердими електролітичними покриттями, є збереження у них підвищених значень твердості в часі, тоді як звичайні покриття з початковою високою твердістю втрачають твердість вже в перші дні після отримання. Зносостійкість КЕП в кілька, а іноді і в десятки разів більше, ніж зносостійкість класичних покриттів.

Методика отримання наноконпозиційних покриттів (рис. 1) на основі заліза. У ремонтному виробництві до електролітів висувають такі вимоги :

- 1) електроліт повинен забезпечувати можливість отримання на деталях покриттів з високими фізико-механічними властивостями;
- 2) властивості одержуваних покриттів повинні знаходитися у відповідності із заданими режимами електролізу і регулюватися цими режимами в широких межах;
- 3) процес отримання покриттів повинен бути максимально продуктивним;
- 4) електроліт повинен бути простим за складом і надійним в експлуатації;
- 5) застосовуючися для приготування реактиви повинні бути дешевими і недефіцитними;
- 6) способи контролю і коригування електроліту повинні бути простими і доступними.

Ці вимоги повною мірою задовольняють хлористі електроліти для залізнення.

Електролітичні композиційні покриття КЕП осідають з електроліту з додаванням дисперсної фази одного виду ( $AlN$ ,  $MoS_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $TiC$ ,  $SiC$  і ін.), або кількох видів одночасно.

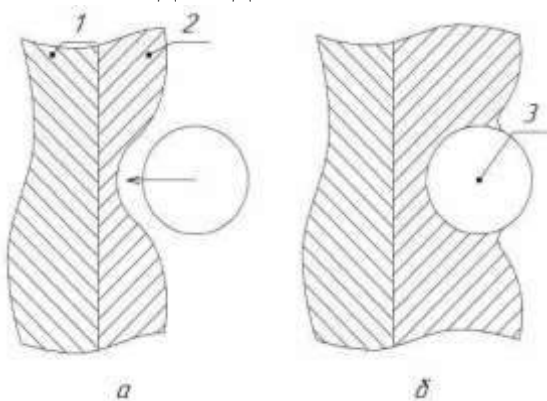


Рисунок 1. Екранування нанорозмірною часткою покриття: а - утворення поглиблення; б - заростання наночастинки в поглибленні; 1 - деталь; 2 - покриття; 3 - нанорозмірна частинка

Проведений аналіз технологій відновлення деталей золотників показав (рис. 2), що найбільш перспективним є спосіб відновлення зношених пасків золотника - нанесення КЕП.



Рисунок 2. Зовнішній вигляд поверхні штока гідроциліндра Ц-100: а) відновленого; б) серійного

### Список використаних джерел:

1. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., Мартиненко О.Д., Гончаренко О.О., Сайчук О.В., Аветісян В.К., Автухов А.К., Рибалко І.М., Сиром'ятніков П.С., Бантковський В.А., Маніло В.Л. Практикум з ремонту машин. Том 1. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин: навчальний посібник; за ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 416с.

2. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищ. навч. закл./ О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло, О.В. Тіхонов, М.І. Черновол, З.В. Ружило, В.А. Войтов, В.К. Аветісян, А.К. Автухов, О.Д. Мартиненко, В.А. Бантковський, П.С. Сиром'ятніков, О.В. Сайчук; за ред.: О.І. Сідашенка, О.А. Науменка; ХНТУСГ. - 2-ге вид., перероб. і доп. - Харків: Міськдрук, 2014. - 740с.

3. Теоретические основы технологии ремонта машин: учебник в 3т. Т. 1. Теория и технология производственных процессов ремонта машин / А.И. Сидашенко, А.А. Науменко, Т.С. Скобло, В.А. Войтов, А.В. Тихонов, В.К. Аветисян, А.К. Автухов, В.А. Бантковский, В.И. Иванов, П.К. Лебедь, А.Д. Мартыненко, П.С. Сыром'ятников, И.Г. Шержуков, Н.С. Пилипенко, А.П. Луценко, В.А. Полетов; под ред.: А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. - Харьков: ХНТУСХ, 2005. - 590с.

4. Техническое обслуживание и ремонт тракторов Т-150, Т-150К различных модификаций с двигателями СМД, ЯМЗ и ДОЙТЦ: учеб. пособие / А.И. Сидашенко, А.А. Науменко, С.Л. Абдула, В.К. Аветисян, А.К. Автухов, В.А. Бантковский, С.П. Гудзь, В.И. Иванов, В.Ф. Карпусенко, В.Г. Кухтов, П.К. Лебедь, А.Д. Мартыненко, И.Ф. Педченко, В.А. Полетов, Т.С. Скобло, П.С. Сыром'ятников, А.В. Тихонов, А.Г. Тридуб, И.Г. Шержуков; под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. - 2-е испр., доп. - Харьков: ООО "Укрзапчасть", 2004. - 386 с.

5. Підвищення довговічності довгомірних деталей шляхом нанесення покриттів [Електронний ресурс] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : за спец. 05.02.01 Матеріалознавство : захищена 20.03.2003 / О. Д. Мартиненко ; наук. керівник Т. С. Скобло ; Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. - Харків : [б. в.], 2003. - 24 с.

**THE USE OF ULTRASOUND IN MACHINE BUILDING**

I. Rybalko, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,

I. Cherevashenko, higher education student

(State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine)

*У даній роботі розглядається використання ультразвуку в промисловому машинобудуванні як сучасного технологічного засобу підвищення ефективності виробничих процесів. Ця технологія має великий потенціал для подальшого розвитку та впровадження в інноваційні виробничі процеси.*

In recent years, ultrasound has begun to play an increasingly important role in various industries. The question of the use of ultrasound during mechanical processing of parts and materials has been studied by many scientists for many years.

Ultrasound has a high frequency, which allows accurate probing and processing of materials. The energy of the waves can cause cavitation, which effectively removes contaminants or ensures welding of materials. Resonant properties of ultrasound contribute to the improvement of processing efficiency, providing optimal conditions for working with various materials [1-4].

Table 1

Comparative analysis of ultrasonic methods with traditional technologies

Criterion	Ultrasonic methods	Mechanical methods	Chemical methods
Processing accuracy	High, Provides work with microstructures	Medium, depends on the tool	Medium, depends on the composition of the reagents
Contact	Contactless method	Contact	Contact
Cost of materials	Minimal	Depending on the tool	High, the need for chemical reagents
Energy consumption	Moderately	Low	Low
Scope of application	Cleaning, welding, quality control	Processing of materials, drilling, cutting	Chemical etching, surface cleaning
Environmental friendliness	High, no harmful emissions	Medium, depends on the waste	Low, possible formation of toxic substances
Equipment cost	High	Low	Average

Ultrasonic methods demonstrate a number of significant advantages. They ensure high processing accuracy, minimal material consumption and environmental friendliness. Due to the non-contact nature of the action, ultrasound allows you to work with delicate structures without damaging them, which makes this technology universal and modern.

Among the main effects and ways of using the energy of the ultrasonic field

during mechanical processing, the following can be distinguished:

- Cavitation – the appearance in the liquid of a mass of pulsating bubbles filled with steam, gas or their mixture;
- Sound-capillary effect – abnormally deep penetration of liquid into capillaries and narrow gaps under the influence of ultrasound;
- The effect of reducing friction and increasing plasticity both with parallel and normal orientation of oscillatory displacements relative to the boundary surface;
- Ultrasonic spraying of liquid.

The use of ultrasound in industrial mechanical engineering helps to increase the quality of products, reduce costs and improve the environmental characteristics of production. This technology has great potential for further development and implementation in innovative production processes.

### References

1. Дідур В., Петриченко Є., Новик, О. Ультразвук та його застосування в промисловості. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2023. 13(1). <https://doi.org/10.31388/sbtsatu.v13i1.360>
2. Посвятенко Е.К., Турич В.В., Шевченко В.І. Модифікування поверхні деталей машин ультразвуковим методом. *Вісник НТУ*. 2003. № 8. С. 28-33.
3. Козлова О.Б., Заведєєв В.О Підвищення якості поверхні методом безабразивної ультразвукової фінішної обробки. *Тиждень науки-2019. Машинобудівний факультет: тези доповідей науково-практичної конференції*, м. Запоріжжя, 15–19 квітня 2019 р. Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. С. 17-18.
4. Лежнін К.В. Аналіз впливу застосування ультразвуку під час механічної обробки крихких матеріалів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2021. Том 32 (71) № 3. С. 111-116. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.3/18>
5. Нетрадиційні методи механічної обробки матеріалів : конспект лекцій / Б.А. Ступін, О.В. Івченко, О.Д. Динник, Р.М. Зінченко. Суми: Сумський державний університет, 2016. 149 с.
6. Investigation of the process of smoothing with ultrasound. / V. Turych, V. Rutkevych, N. Goncharuk, G. Ogorodnichuk. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. 3(1 (93), Pp. 22-33. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.131047>
7. Мордюк Б. Ультразвукові методи модифікування поверхні та діагностики новітніх металевих матеріалів: За матеріалами доповіді на засіданні Президії НАН України 23 лютого 2022 року. *Visnik Nacional'noi' akademii' nauk Ukrai'ni*. 2022. С. 42-53. DOI 10.15407/visn2022.04.042.
8. Теоретичні основи та технологічні процеси відновлення деталей машин. Навчальний посібник. / М.І. Черновол, І.В. Шепеленко, І.Ф. Василенко, М.В. Красота, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко, І.М. Рибалко. Харків: «Діса плюс», 2025. 347 с.

**АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ СТАТОРІВ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ**

О.М. Шевчук, здобувач вищої освіти, О.В. Тіхонов, к.т.н., доцент  
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*It has been established that there is practically no reliable method for restoring defective stators that involves using worn plates. In this regard, the following research objective has been outlined: to propose a technology and corresponding equipment for restoring stators of submersible electric pumps.*

Основними дефектами статора електродвигуна типу ЗЕДВ (занурювальний електродвигун, водозаповнений), що не дозволяють надалі використовувати занурювальні насоси в експлуатації, є зсув листів пакета статора, їх розпушування, а також вигин виступів пластин. Основною причиною вибракування занурювальних електронасосів є вихід з ладу статора за вказаними дефектами [1, 2].

Аналіз літератури, вивчення виробничого досвіду свідчать про таке. Відновлення статорів проводиться шляхом виготовлення нових пластин заліза та рихтування паза клином. За кордоном відновлення зношених статорів не проводиться.

Схема способу відновлення рихтування паза клином представлена на рис. 1. Усунення дефектів сердечника статора проводять після видалення обмотки та очищення поверхні. Активна сталь сердечника має бути щільно спресована.

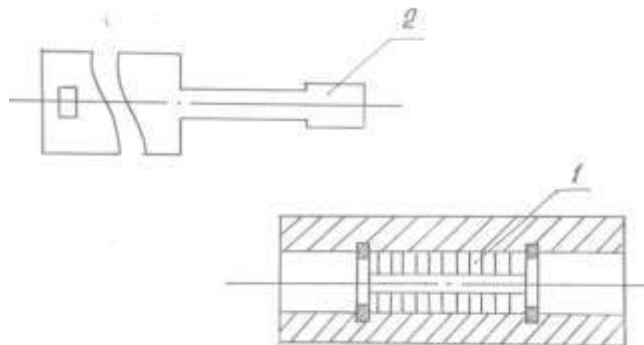


Рисунок 1 – Схема відновлення пластин шляхом рихтування паза клином:

1 – пакет пластин, 2 – клин

Найбільш щільно, хоча і приблизно, ступінь пресування визначають за допомогою контрольного ножа з лезом товщиною 1,0 мм. При задовільному пресуванні осердя лезо ножа не повинно входити між листами більш ніж на 1-2мм при сильному натисканні рукою.

При ослабленні пресування пакета активного заліза проводиться перепресування його з додаванням набору листів до необхідної товщини ТУ. Розпушування крайніх листів активного заліза усувають підгинанням їх до осердя. Надійним способом усунення розпушування листів є встановлення додаткової шайби (2) із зубцями, що встановлюється на фіксуючому штифті (3) (див. рис. 2). Після складання пакета пластини та його підпресування проводиться приварювання основної натискної шайби (1) та додатковою (2) зварюванням

(див. рис.2.). За наявності місць оплавлення їх зачищають до одержання рівної, без задирок, поверхні. При зміщенні листів у пазах їх рихтують. Рихтування роблять клином (див. рис.1) з потовщеною головкою довжиною 100-150 мм і верхньою частиною, що виступає під його поверхнею на 3-5 мм. При рихтуванні клини заганяють у пази через один, а середній паз рихтують потовщеним клином. Комплект рихтувальника складає 12 звичайних клинів і 2-3 клина з потовщеною головкою. Після рихтування всі задирки та виступи зачищають.

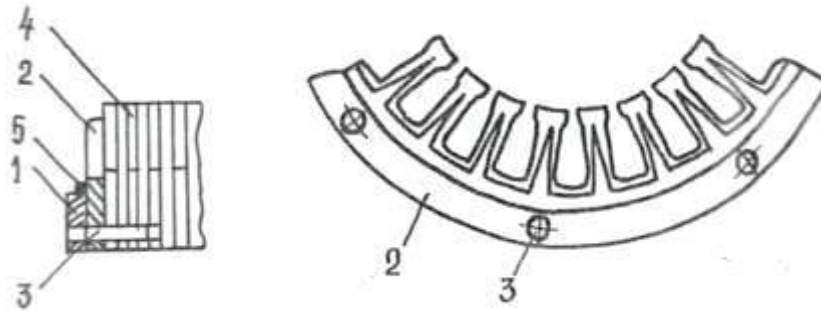


Рисунок 2 – Відновлення пакету статора шляхом встановлення додаткових шайб: 1 – основна натискна шайба; 2 – додаткова натискна шайба із зубцями; 3 – фіксуєчий штифт; 4 – пластини статора; 5 – зварний шов

Ремонт пакету статора з його розбиранням включає випресування пакета пластин, складання нових пластин з подальшим пресуванням і контролем.

Вказані вище способи мають такі недоліки.

При відновленні статорів з виготовленням нових пластин мають місце великі витрати листового металу (від 40 до 400 кг електротехнічної листової сталі на відновлення одного статора). При відновленні статорів прошивкою паза клином (за допомогою пневматичного молотка) витрачається багато технологічного часу, крім того застосування пневматичного молотка погіршує умови охорони праці в результаті великого шуму та вібрації. Разом з тим конструкція формуючого елемента не дозволяє відновлювати статори з великим зсувом статорних пластин та вигином їх виступів, тобто. спосіб не завжди прийнятний. Недоліком способу, наведеного на рис. 2., є те, що пакет статора після ремонту представляє нерозбірний пристрій, що значно ускладнює повторний ремонт і підвищує його собівартість. Цей спосіб застосовують дуже рідко.

Таким чином, встановлено, що надійного методу відновлення дефектних статорів, що передбачає використання зношених пластин, практично немає. У зв'язку з цим намічено наступне завдання дослідження: запропонувати технологію та відповідне обладнання для відновлення статорів занурювальних електронасосів.

### Література

1. Довідник сільського електрика. / В.С. Олійник, В.М. Гайдук, В.Ф. Гончар та ін.; за редакцією В.С. Олійника. К: Урожай, 1989. 261с
2. Кащенко П.С. Електропривід сільськогосподарських машин: навч.-метод. посібн. К. НМЦ, 2006. 410с.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОПРАВКИ НА УХИЛ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРУ

Штефан Д.В. ЗВО., Сорокін С.П. к.т.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*A method and technical specifications for measuring tanks have been proposed, indicating the strength and expansion of the correction for the height of the filling with the method of increasing the accuracy of the measured thickness of the foot in the tanks.*

Для підвищення точності вимірюванні поточного залишку пального в резервуарі за висотою заповнення потрібно раз на рік проводити обмірювання резервуарі, визначити їх ухил та розрахувати поправки вимірної висоти заповнення з урахуванням ухилу.

При виконанні обмірювань резервуарів застосовувалися вимірювальні інструменти та пристосування, загальний вигляд яких наведений на рис. 1а



а) - вимірювальні пристрої та пристосування; б) - схема вимірювання ухилу резервуару

Рисунок 1- До розрахунку поправки на ухил горизонтального резервуару  
Поправку на ухил резервуару визначаємо за формулою:

$$\Delta n_{\pm} = \pm K * \Delta Z, \text{ мм} \quad (1)$$

де  $K$  – коефіцієнт що характеризує конструкцію резервуара.

Коефіцієнт конструкції резервуара  $K$  визначається шляхом за формулою:

$$K = 1/L_{\text{ц}} * (0,5 L_{\text{ц}} - a) \quad (2)$$

де  $L_{\text{ц}}$  – довжина циліндричної частини резервуара (визначається за ескізом з паспортом резервуара, або безпосереднім вимірюванням);

$a$  - відстань від осі вимірювального люка до найближчого днища.

Виходячи з стандартних геометричних розмірів резервуару, відстань від центру вимірювального люка до днища резервуару  $a=750-250=500\text{мм}$ .

$\Delta Z$  визначаються на підставі вимірювань за допомогою лазерного рівні. Схема вимірювання наведена на рис. 1б.

Поправка на ухил резервуару  $\Delta n$  береться: зі знаком « - » при ухилі у бік горловини; зі знаком « + » при ухилі до горловини.

**Висновки/** Для підвищення точності вимірювання рівня заповнення резервуарів слід коригувати результати вимірювання висоти заповнення з урахуванням ухилу резервуару.

## СЕКЦІЯ 6. МЕХАТРОНІКА

### ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАКТОРА ХТЗ-170 ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСМІСІЄЮ

Макаренко М. Г., доцент, Гармаш Д. О., магістр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*In this work, the use of a continuously variable transmission (CVT) on the HTZ-170 tractor is examined through computer modeling of various operating conditions, with the aim of aligning the engine's operating modes to the load.*

Зважаючи на зростаючий попит на продукцію аграрного сектору та необхідність ефективнішого використання енергоресурсів, модернізація тракторів стає одним із основних напрямів інженерного пошуку. Особливе місце посідають трансмісійні системи, які узгоджують режими роботи двигуна з мінливими польовими умовами. Одним із пріоритетів у цьому напрямі є оптимізація енергетичних показників трактора, що передбачає не просто зниження витрат палива, а й досягнення стійкого енергетичного балансу між робочим навантаженням, продуктивністю й екологічними вимогами. Кінцева мета полягає в тому, аби трактор міг забезпечувати максимальну ефективність використання енергії двигуна за найрізноманітніших умов експлуатації: від різного типу ґрунту до зміни рельєфу та коливань у масі навісних знарядь.

У низці публікацій дослідники підкреслюють, що адаптивне керування CVT дозволяє оперативно реагувати на зміни рельєфу, типу ґрунту, маси причіпних знарядь, а також на появу пробуксовування коліс. Наприклад, якщо трактор починає буксувати, система може зменшити передавальне число, підвищуючи крутний момент на колесах і покращуючи зчеплення з поверхнею. Деякі автори повідомляють про економію пального від 10% до 20% порівняно з традиційними механічними коробками передач, залежно від налаштування й конкретних умов експлуатації [1 - 4].

У базовій конструкції трактора ХТЗ-170 трансмісія має жорсткі, дискретні передавальні числа. Це призводить до ситуацій, коли тракторист змушений працювати в режимах, не завжди оптимальних для конкретного типу ґрунту чи навантаження. Відповідно, двигун може споживати більше палива або недодавати необхідний крутний момент. Саме через цю обмеженість механічних КПП дедалі більше уваги приділяється впровадженню CVT, яка б автоматично тримала двигун у зоні найвищого ККД, за будь-яких умов руху.

У даній роботі усі оцінки та порівняльні дослідження базувалися виключно на комп'ютерному моделюванні, здатному імітувати різноманітні умови експлуатації: від важких ґрунтів до транспортних операцій на дорогах із різною якістю покриття. Такий підхід дозволив швидко аналізувати роботу двигуна та трансмісії, варіюючи параметри навантаження, швидкості й технічні характеристики. Завдяки моделюванню вдалося відстежити, як CVT впливає на енергетичні показники без витрат часу й ресурсів на тривалі натурні випробування.



Комп'ютерні симуляції допомогли швидше перевіряти гіпотези, оптимізувати параметри безступеневої трансмісії та уточнювати алгоритм адаптивного керування.

У рамках теоретичних досліджень було створено комплексну математичну модель, що імітує поведінку трактора в динаміці. В моделі CVT було закладено, що вона здійснює неперервне варіювання передавального числа у заданому діапазоні, враховані кінематичні втрати та втрати на тертя та динаміка перехідних процесів під час зміни навантаження. На основі аналізу швидкості трактора, буксування, поточного крутного моменту двигуна, витрати пального алгоритм розраховує бажане передавальне число для CVT з метою утримувати двигун у найбільш вигідному діапазоні обертів; швидко компенсувати стрибки навантаження (наприклад, коли змінюється щільність ґрунту).

Отримані результати математичного моделювання дали можливість детально оцінити, за яких умов трактор із CVT працює з найвищою ефективністю та як ці показники можуть змінюватися при варіюванні навантажень і параметрів керування. Це також сприяло формуванню рекомендацій для потенційного впровадження CVT у серійне виробництво або модернізацію існуючих машин.

Для підвищення точності підмоделі були пов'язані між собою через єдине часово-просторове середовище: при кожному кроці ітерації програма обчислює поточний стан двигуна, CVT та опору руху, визначаючи, чи потрібно змінювати передавальне число. Таким чином, віртуальна «копія» трактора відтворює поведінку машини в різних середовищах експлуатації.

**Висновок.** Проведені дослідження підтверджують, що безступенева трансмісія дасть помітне збільшення тягової ефективності приблизно на 15–20%, оскільки трактор зможе стабільніше працювати в зоні максимального крутного моменту. Це особливо важливо для операцій, які потребують великого тягового зусилля, наприклад оранки чи глибокого рихлення. Моделювання показало, що навіть за раптового зростання навантаження CVT утримує двигун у діапазоні найбільшого ККД. Додатковою перевагою CVT є вища плавність ходу: відсутність різких ривків під час перемикання передач не лише зменшує зношування деталей, а й поліпшує комфорт оператора.

**Список використаних джерел.** 1. Макаренко М. Г, Пиріжок В.І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.

2. Пиріжок В.І., Макаренко М.Г. Дослідження структури адаптивної системи керування блочно-модульного агрегата. // Матеріали XIX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті». Харків, 2023. – С. 60.

3. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуваних на передній і задній начіпних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.

4. Макаренко М. Г., Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМ ПРОЦЕСОМ НА ПРЕДМЕТНО-ЗАМКНУТІЙ ДІЛЯНЦІ МСП

Долгополов О.М., магістрант (НТУ «ХП», м.Харків, Україна),

Яковенко І.Е. к.т.н., професор

***Abstract.** The paper examines issues of increasing the efficiency of managing production sites of SMEs in the mechanical engineering industry by using complex technological processes in the project management system.*

У сучасних умовах конкурентного ринку підприємства мають постійно вдосконалювати свої виробничі процеси, щоб забезпечити високу якість продукції, зменшити витрати та підвищити продуктивність. Одним із ефективних підходів до досягнення цих цілей є оптимізація виробничого процесу предметно-замкнутої ділянки МСП із застосуванням систем управління проектами. Такій підхід дозволяє впровадити основні принципи ощадливого виробництва: моніторинг та контроль виконання виробничих завдань, зменшення часу простоїв, оптимізації використання матеріальних та людських ресурсів, підвищенню загальної продуктивності.

Автори розглядають виробничий процес як безперервний проєкт, якій складається з окремих завдань у часі, які потрібно виконати у заданий термін. Ці завдання потребують різноманітних виробничих ресурсів. Для досягнення основної мети виробництва (забезпечити випуск якісної продукції в заданий термін при мінімальних витратах) є можливість керувати цими ресурсами на рівні предметно-замкнутої ділянки або МСП у цілому. Для прискорення та спрощення цього процесу авторами розроблено комплекс шаблонів для Microsoft Project для окремих технологічних завдань. Ці шаблони базуються на розробленому комплексному технологічному процесу, якій було створено на основі аналізу більш ніж 50 комплектів типових деталей, що вироблялись на предметно-замкнутої ділянці по обробці тіл обертання (у основному валів). Комплексний технологічний процес включає до себе можливі технологічні операції з прив'язкою до існуючого на підприємстві обладнання та виконавців. Тому користувачу потрібно тільки прибрати зайві операції та встановити час виконання кожної з них для додавання нового завдання в існуючий план виконання.

При виникненні конфлікту з вже існуючими завданнями або при невиконанні планових термінів для цих завдань система відобразить критичний шлях та сформує варіанти запобігання вузьких місць порушення плану (перерозподіл обладнання та людських ресурсів, додаткові зміни, позаурочний робочий час та ін.). Керівнику залишається вибір найбільш ефективного з його точки зору та розуміння соціальних факторів.

Список літератури

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) -- Seventh Edition and The Standard for Project Management. Project Management Institute, Inc. 2021. - 370p.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА У СКЛАДІ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДВИГУНА ТА ПЕРЕМИКАННЯ ПЕРЕДАЧ**

Задорожний В.П., аспірант

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The article provides a justification for a method of increasing the efficiency of operation of a wheeled tractor as part of a tillage unit by using a system of automatic engine load control and gear shifting.*

Ефективність експлуатації колісного трактора значною мірою впливає на продуктивність сільськогосподарського виробництва. Застосування сучасних технологій, зокрема систем автоматичного регулювання навантаження двигуна та перемикання передач, дозволяє оптимізувати роботи ґрунтообробного агрегату, забезпечуючи високу продуктивність і економічність.

Система автоматичного регулювання навантаження двигуна контролює його робочі параметри (оберти, потужність, навантаження) в реальному часі, адаптуючи їх до змінних умов експлуатації. Це покращує управління трактором і забезпечує оптимальну роботу механізмів.

Системи автоматичного перемикання передач забезпечують швидке та плавне перемикання між різними режимами роботи, що дозволяє підтримувати оптимальні обороти двигуна і максимально ефективно використовувати його потужність.

Автоматичне регулювання дозволяє трактору підтримувати оптимальну потужність у процесі виконання різних видів ґрунтообробних робіт. Це підвищує загальну продуктивність агрегату.

Системи регулювання забезпечують економне використання пального, оскільки двигун працює в оптимальному діапазоні за обертами, що знижує споживання пального та експлуатаційні витрати. Правильне регулювання роботи двигуна знижує механічні навантаження на трансмісію та інші компоненти трактора, що збільшує термін служби техніки. Автоматизовані системи знижують навантаження на тракториста, дозволяючи йому зосередитися на роботі та знижуючи стрес, пов'язаний з частим перемиканням передач.

Системи автоматичного регулювання та перемикання передач можуть вимагати істотних капіталовкладень на впровадження та обслуговування, що може стати бар'єром для малих господарств. Складні технології потребують спеціалізованого обслуговування і навчання для операторів, що може бути викликом для фермерських господарств.

Система автоматичного регулювання потужності (САРП) є сучасним рішенням, що забезпечує оптимальне використання потужності двигуна трактору або іншого сільськогосподарського агрегату під час виконання робіт. Ця система має на меті підвищення ефективності експлуатації техніки, зменшення витрат пального й поліпшення загальних робочих характеристик. Ось детальний опис принципу її роботи:

Система автоматичного регулювання потужності, як правило, складається

з кількох ключових компонентів: датчики – вимірюють різноманітні параметри, такі як оберти двигуна, навантаження, швидкість руху та інших характеристик; електронний блок керування – центральний елемент, що обробляє дані з датчиків і приймає рішення щодо корекції роботи двигуна в реальному часі; актуатори – виконують команди, отримані від контролера, змінюючи параметри роботи двигуна, такі як подача пального та налаштування дросельної заслінки.

На основі аналізу, контролер віддає команди актуаторам для: зміни циклової подачі палива; у разі збільшення навантаження система може автоматично підвищити оберти двигуна для забезпечення необхідної потужності.

Впровадження системи автоматичного регулювання завантаження двигуна та перемикання передач у колісні трактори, що працюють у складі ґрунтообробних агрегатів, є важливим кроком для підвищення їх ефективності. Це дозволяє оптимізувати витрати, підвищити продуктивність, зменшити знос техніки та забезпечити комфортні умови праці для трактористів. Хоча існують певні виклики, переваги впровадження сучасних технологій перевищують недоліки, що робить їх доцільними для широкого використання в сільському господарстві.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНИМИ АГРЕГАТАМИ З МЕТОЮ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ

Макаренко М.Г., доцент, Калашник Є.А., магістр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*A comprehensive analysis was carried out on the application of intelligent control systems in the context of machine-tractor units as a means to reduce the dependence of their functioning on human factors. Modern approaches to their development were examined, including machine learning methods, neural network structures, fuzzy logic, and hybrid architectures. A research methodology based on simulation experiments was proposed.*

Машинно-тракторні агрегати (МТА) є основою сучасного аграрного і промислового виробництва, виконуючи широкий спектр задач: від обробітку ґрунту до транспортних та енергетичних операцій. У процесі їх функціонування важливу роль відіграє система керування, яка має забезпечувати точність, безпеку та адаптивність до зовнішніх умов. Традиційні системи, що в основному орієнтовані на оператора, демонструють низьку ефективність за умов зростання складності технологічних процесів. Розвиток інтелектуальних систем керування (ІСК), здатних до автономного функціонування, дає змогу суттєво підвищити надійність МТА. Впровадження ІСК у машинно-тракторні комплекси обіцяє перехід до нового рівня ефективності, де мінімізується вплив суб'єктивних людських чинників. Мета даного дослідження — оцінити ефективність ІСК у керуванні МТА та визначити рівень їх впливу на зменшення людського фактору.

Інтелектуальні системи керування МТА представляють собою кібертехнічні комплекси, що поєднують апаратні та програмні засоби для прийняття рішень в умовах часткової або повної невизначеності. Вони функціонують на базі алгоритмів глибокого навчання, нейромережових моделей, а також нечіткої логіки, евристичних і генетичних алгоритмів. Функціональна структура ІСК включає сенсорні вузли, блоки попередньої обробки сигналів, модулі семантичного аналізу, стратегічного планування та генерації виконавчих команд. Особливістю таких систем є їх здатність до самоорганізації, адаптації та навчання в процесі експлуатації. Це забезпечує гнучке реагування МТА на зміну навантаження, погодних умов, структури ґрунту та перешкод [1 - 5].

Людський фактор у керуванні МТА проявляється через обмежену реакцію оператора, похибки в оцінці ситуації, перевантаження інформаційними потоками та вплив стресогенних чинників. У сільськогосподарських умовах оператори часто працюють у несприятливих умовах — пил, шум, вібрації, втома — що значно впливає на якість прийняття рішень.

Актуальні дослідження демонструють, що понад 70% порушень роботи МТА пов'язані з помилками оператора. У таких умовах ІСК можуть виконувати роль або повністю автономного модуля, або інтелектуального асистента, який супроводжує і коригує дії оператора, запобігаючи критичним ситуаціям.

Експериментальна частина дослідження реалізована шляхом побудови трьох симуляційних моделей МТА в середовищах MATLAB/Simulink та ROS:

ручне керування — моделювання оператора, який керує трактором через інтерфейс управління (враховуються часові затримки, похибки оцінки, обмеження огляду); автоматизована система з фіксованою логікою — працює за жорстко запрограмованими сценаріями без можливості адаптації; інтелектуальна система — керування на основі нейромережевої моделі з можливістю самонавчання та адаптивної оптимізації стратегій у режимі реального часу. Для оцінки використовувались показники: середньоквадратична похибка траєкторії; середній час реагування на зміну умов; кількість помилок у критичних ситуаціях; енергоспоживання. Було змодельовано стандартні та аварійні ситуації: поява перешкод, зміна типу ґрунту, відмова одного із сенсорів, втручання оператора. Отримані дані оброблено в середовищі Python з використанням бібліотек Pandas, NumPy, Matplotlib та Plotly.

Інтелектуальні системи показали високу ефективність за всіма показниками. У порівнянні з ручним керуванням, кількість помилок зменшилася на 45%, час реакції скоротився на 32%, а точність виконання завдань зросла на 28%. ІСК демонстрували стабільність навіть при відмовах окремих сенсорів або зовнішніх збуреннях. Системи з фіксованими алгоритмами виявили обмежену адаптивність і були неефективні в умовах, що відрізнялись від сценарію.

Висновки. Інтелектуальні системи керування демонструють високий потенціал у сфері підвищення ефективності, надійності та безпеки МТА. Вони дозволяють істотно зменшити вплив людського фактору, забезпечуючи точність і стійкість навіть у складних і змінних умовах. Подальші дослідження слід зосередити на тестуванні ІСК у реальних польових умовах, підвищенні їх прозорості та масштабуванні на великі технічні комплекси.

### **Список використаних джерел**

1. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.

2. Макаренко М. Г., Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoТРАК-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.

3. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.

4. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А., Бондаренко В. О. Використання штучного інтелекту і доповненої реальності при дослідженні маневрових якостей автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoТРАК-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 90-92.

5. Макаренко М. Г. Перспективи тракторобудування // Агробізнес сьогодні. - 2014. - № 9. - С. 54-56.

## ADVANCEMENTS IN AIRCRAFT ENGINE EFFICIENCY: REDUCING FUEL CONSUMPTION AND EMISSIONS

Taras Shchur, PhD, Katarzyna Markowska, PhD, Kamil Wittek, postgraduate  
State Biotechnological University, Silesian University of Technology, Poland.

*Розглянуто розробки в технології турбовентиляторних двигунів, включаючи відкриті будови вентиляторів і редуکتорні конструкції турбовентиляторів, підкреслюючи їхній потенціал для трансформації комерційної авіації в сторону більш стійкого майбутнього.*

### Main Article

The imperative to mitigate environmental impacts has driven significant advancements in conventional aircraft engine technologies. One notable development is the open fan architecture, exemplified by CFM's Revolutionary Innovation for Sustainable Engines (RISE) program. This design features a single rotating fan with variable-pitch carbon fiber blades, aiming for a 20% improvement in fuel efficiency and a corresponding reduction in carbon emissions compared to current engines. The open fan architecture allows the engine to propel a larger volume of air at a lower exhaust velocity, thereby enhancing propulsive efficiency. Additionally, the RISE engine is being developed to be fuel-source agnostic, compatible with sustainable aviation fuels (SAFs) and hydrogen [1].

Another significant advancement is the development of geared turbofan engines, such as Rolls-Royce's UltraFan. This engine utilizes a geared architecture that decouples the fan and the core, allowing each to operate at optimal speeds. This configuration supports a larger, more efficient fan that spins at a slower rate, improving thrust and reducing fuel consumption and noise levels. The UltraFan promises a 25% improvement in fuel burn over the first-generation [1].

In addition to engine design innovations, modifications to aircraft operational strategies are being considered to enhance efficiency. For instance, research suggests that reducing aircraft speed by 15% could decrease fuel consumption and emissions by 5% to 7%, adding approximately 50 minutes to a seven-hour flight. This approach offers a practical interim solution while more advanced technologies, such as electric and hydrogen engines, continue to develop [2].

### Conclusion

Advancements in conventional aircraft engine technologies, including open fan architectures and geared turbofan designs, are pivotal in reducing the environmental impact of aviation. Coupled with operational strategies like optimized flight speeds, these innovations contribute to a more sustainable future for air travel. Continued research, investment, and collaboration among industry stakeholders are essential to overcome existing challenges and achieve these environmental goals.

### References

[1] Burdon, R., & Shorey, T. Beyond the Horizon: Innovations in Aviation Engine Technology. *Global Aerospace*, 2024.

[2] Huang Z.: Electric and hybrid-electric aircraft propulsion systems: development, difficulties and opportunities. *Theoretical and Natural Science*, 2023.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ ВСТАНОВЛЕННЯМ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ КОЛІС БУНКЕРУ ДЛЯ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ

Кісь О. В., аспірант

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The article provides a justification for a method of increasing the efficiency of the operation of the sowing unit by installing an electric drive for the wheels of the seed hopper.*

Сучасні технології у сільському господарстві передбачають використання новітніх рішень для підвищення продуктивності та ефективності роботи посівних агрегатів. Одним з таких рішень є встановлення електроприводу на колеса бункера для посівного матеріалу та сівалки. Це рішення покликане оптимізувати процес посіву, зменшити витрати ресурсів та підвищити якість обробки.

Електропривід забезпечує точніше регулювання швидкості руху бункера, що дозволяє адаптувати процес посіву до конкретних умов. Це важливо для уникнення перевантаження і забезпечення рівномірного розподілу посівного матеріалу.

Використання електроприводу дозволяє знизити споживання пального, оскільки електричні системи зазвичай є більш енергоефективними. Це позитивно позначається на загальних витратах на експлуатацію та покращує економічну ефективність.

Інтеграція електроприводу в систему управління з можливою автоматизацією процесу посіву підвищує загальну продуктивність. Системи можуть бути налаштовані на зміну швидкості руху залежно від типу ґрунту, вологісних умов тощо.

Електроприводи дозволяють легко налаштовувати робочі параметри агрегату, у тому числі швидкість та алгоритм роботи, що робить їх універсальними для отримання оптимальних результатів у різних умовах.

Використання електроприводу гарантує точний контроль за швидкістю руху, що, у свою чергу, забезпечує рівномірний висів посівного матеріалу. Це важливо для отримання однорідного врожаю та покращення його якості.

Завдяки м'якшому управлінню агрегатом з електроприводом знижується ризик механічних ушкоджень насіння, що також покращує результати посіву.

Електропривід дозволяє агрегату адаптуватися до різних умов поля, забезпечуючи стабільну роботу навіть у випадку зміни рельєфу чи структури ґрунту.

Встановлення електроприводу може вимагати додаткового навчання для операторів та технічного персоналу, що пов'язане з потребою в спеціалізованих знаннях та навичках.

Витрати на імплементацію електроприводу можуть бути значними, особливо для малих господарств, що обмежує можливості їх використання.

Встановлення електроприводу на колеса бункера для посівного матеріалу та сівалки має значний потенціал для підвищення ефективності експлуатації



посівних агрегатів. Це дозволяє покращити контроль над процесом посіву, знизити витрати та підвищити якість врожаю.

Існує кілька типів електроприводів, які можуть бути використані для бункерів посівних агрегатів та сівалок. Вибір конкретного типу електроприводу залежить від вимог технологічного процесу, умов експлуатації та функцій, які має виконувати агрегат. Ось основні типи електроприводів: асинхронні електродвигуни (широко використовуються завдяки простоті конструкції і високій надійності. Вони мають хороший ККД і стійкі до механічних навантажень. Асинхронні двигуни потребують трифазного живлення); синхронні електродвигуни (Забезпечують вищу продуктивність і можуть працювати при змінному і постійному струмі. Вони забезпечують кращу точність управління швидкістю, але їх вартість вища.).

#### Список використаних джерел:

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

## КОЛИВАННЯ ТРАЄКТОРІЙ ТРАКТОРІВ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Кусков М.А., аспірант

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The paper presents an analysis of the oscillations of the trajectories of tractors and agricultural machines. An analysis of methods for reducing the oscillations of the trajectories of tractors and agricultural machines is performed.*

В умовах сучасного сільського господарства важливу роль у підвищенні ефективності виробництва відіграють трактори та сільськогосподарські машини. Їхнє правильне та ефективне використання може значно вплинути на якість обробки ґрунту, обробіток культур та загальні результати врожайності. Одним із важливих аспектів роботи цих машин є коливання траєкторій, що можуть вплинути на їх продуктивність і якість обробки ґрунту.

Основні причини коливань траєкторій:

1. Конструктивні особливості машин: Трактори та сільськогосподарські машини мають різні конструктивні елементи, такі як шасі, підвіска, колеса та інші. Неправильна конструкція або зношеність цих елементів можуть призвести до коливань у русі, що негативно позначається на обробці землі.

2. Технічний стан: Регулярний технічний огляд і обслуговування машин є необхідними для запобігання їх несправностей. Неправильне налаштування підвіски або недостатній тиск у шинах можуть викликати коливання у траєкторіях.

3. Умови експлуатації: Різні ґрунтові та погодні умови можуть впливати на стабільність руху. Наприклад, м'який або вологий ґрунт може призвести до буксування коліс, що викликає коливання траєкторій.

4. Параметри самого тракториста: Досвід і навички оператора мають вагомий вплив на точність і стабільність роботи машин. Неправильні тактичні рішення або недостатня увага можуть спричинити коливання при обробці.

Вплив коливань на ефективність обробки:

1. Якість обробки ґрунту: Коливання тракторів можуть призвести до нерівномірного обробітку ґрунту, що негативно вплине на можливість вирощування рослин. Нерівномірна глибина обробки може спричинити нерівномірний розвиток кореневої системи рослин.

2. Споживання пального: Незначні коливання в траєкторіях можуть приводити до підвищення споживання пального, через збільшення опору та різкі маневри. Це, в свою чергу, зменшує економічну ефективність експлуатації техніки.

3. Технічні пошкодження: Численні коливання можуть призвести до швидшого зносу агрегатів і механізмів, що негативно позначиться на термінах служби техніки.

Шляхи покращення стабільності траєкторій:

1. Сучасні технології: Використання систем GPS та автоматизованих рішень для контролю руху тракторів може суттєво зменшити коливання, забез-

печуючи точність траєкторії.

2. Оптимізація технічного обслуговування: Регулярний моніторинг та обслуговування тракторів та сільськогосподарських машин дозволяє вчасно виявляти та усувати проблеми, що можуть викликати коливання.

3. Підвищення кваліфікації операторів:

Навчання працівників сучасним технологіям управління сільськогосподарськими машинами зменшує ризик помилок, що можуть призвести до коливань у траєкторіях.

Колівання траєкторій тракторів та сільськогосподарських машин мають значний вплив на ефективність їх експлуатації. Важливо враховувати конструктивні особливості, технічний стан, умови використання та кваліфікацію операторів. Запровадження сучасних технологій та регулярне.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125–135.

2. Калінін Є. І., Кусков М. А., Бельорін-Еррера О. М. Особливості повороту шарнірно-зчленованого трактора. *Сучасні інформаційні системи*, 2022. № 6(1). С. 30–33.

3. Кусков М. А., Бачура І. А., Ветренко А. Д. Підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторного агрегату покращенням динаміки причіпної машини. *Матеріали науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ»*, 2024. С. 218 – 220.

4. Бойко Р. В., Кусков М. А., Антощенко Р. В. Розробка та оцінка системи напівактивної підвіски для тракторів. *Молодь і технічний прогрес в АПВ : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Держ. біотехнол. ун-т, 23-24 листопада 2023 р. Харків*, 2023. С. 321–322.

5. Задорожний В. П., Кусков М. А., Антощенко Р. В. Розробка системи автоматичної керування трансмісією трактора. *Матеріали науково-практичної конференції «Молодь та технічний прогрес в АПВ»*, 2023. С. 340–343.

6. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

7. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.

8. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

9. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНА ТРАКТОРА ХТЗ-170 ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РЕГУЛЬОВАНОГО НАДДУВУ

Макаренко М. Г., доцент, Лобинське Д. Р., магістр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Consideration is given to the application of an intelligent regulated turbocharging system for the D-260.4 engine of the KhTZ-170 tractor, enabling enhanced dynamic performance, reduced fuel consumption, and lower harmful emissions. Modeling and analysis results confirm the effectiveness of this approach and outline possibilities for further scaling.*

Сучасне сільське господарство вимагає від тракторів високої продуктивності, надійності та економічності під час експлуатації. В умовах жорсткої конкуренції та зростаючих цін на паливо постає потреба в удосконаленні двигунів внутрішнього згоряння, які є основним рушієм більшості тракторів, зокрема ХТЗ-170. Одним із напрямків, що дозволяє поліпшити динамічні характеристики та загальну ефективність двигуна, є застосування систем регульованого наддуву. Інтелектуальний підхід до керування такими системами дає змогу забезпечити гнучке налаштування параметрів наддуву під конкретні умови роботи.

У базовій конструкції двигуна Д-260.4 трактора ХТЗ-170 застосовується турбокомпресор із регулюванням тиску наддуву клапаном перепуску. Хоча ця система є досить поширеною та відпрацьованою, вона не завжди забезпечує необхідну точність і швидкодію регулювання.

Нестача гнучкості в керуванні тиском наддуву та непрямий контроль над процесом згоряння можуть призводити до недостатньої потужності при пікових навантаженнях, підвищеної витрати палива та зростання викидів токсичних компонентів. Впровадження інтелектуальної системи керування дасть змогу усунути ці недоліки та досягти більш високих динамічних характеристик.

Інтелектуальні системи керування, основані на сенсорних технологіях та алгоритмах обробки даних, дозволяють більш точно й оперативніше регулювати робочі процеси в двигуні. Основними компонентами таких систем є: датчики тиску, температури, положення дросельних заслінок тощо; контролери, що реалізують алгоритми керування; виконавчі механізми (актуатори), які змінюють положення клапана перепуску, геометрію турбіни або інші параметри.

Інтелектуальні системи можуть бути побудовані з використанням різних підходів, таких як ПД-регулятори, нечітка логіка, нейронні мережі та інші методи штучного інтелекту. Останні дають змогу прогнозувати поведінку двигуна на підставі минулих і поточних даних, вносити корективи в реальному часі й таким чином отримувати оптимальний тиск наддуву.

Для оцінювання ефективності майбутньої системи та визначення оптимальних параметрів було проведено математичне моделювання процесу наддуву, що охоплює декілька етапів: вибір структури моделі, встановлення граничних умов, визначення параметрів турбіни, двигуна та умов навантаження. Під час моделювання враховано: термодинамічні параметри (тиск, температура, густина повітря і відпрацьованих газів), які впливають на коефіцієнт наддуву і хімізм

процесу згоряння; кінетичні та теплообмінні процеси: розподіл температури вздовж тракту, передача тепла між випускними газами та стінками колектора, а також внутрішні втрати на тертя в турбіні; динаміку зміни тиску у впускному та випускному трактах двигуна, включно з урахуванням інерційних властивостей газового потоку, що дає можливість оцінити реакцію системи на швидкі зміни навантаження; характеристики турбокомпресора (діаграми продуктивності, які показують залежність тиску наддуву від швидкості обертання і витрати повітря), що дає змогу визначити оптимальні режими роботи; регуляторні впливи: моделі ПІД-регуляторів або методи штучного інтелекту, інтегровані в модель для розрахунку параметрів керування турбіною в реальному часі [1 - 4].

У процесі розрахунків застосовано сучасні методи числового інтегрування диференціальних рівнянь, що описують зміну тиску й температури всередині циліндрів і трактів двигуна. Крім того, була здійснена ітеративна оптимізація, спрямована на підбір найкращих параметрів роботи наддуву для досягнення визначених цілей: мінімізації витрати палива, зменшення токсичності викидів та підвищення потужності двигуна.

Отримані результати засвідчили, що запропонована система наддуву може підтримувати необхідний тиск у широкому діапазоні навантажень, забезпечуючи стабільне й повне згоряння палива. Це, в свою чергу, дає змогу зменшити димність, витрату пального і знизити рівень шкідливих викидів.

Висновок. Результати дослідження підтверджують доцільність впровадження інтелектуальної системи регульованого наддуву для підвищення ефективності роботи трактора ХТЗ-170. Крім того, розроблена система має значний потенціал для подальшого вдосконалення та адаптації до різних типів двигунів внутрішнього згоряння.

#### **Список використаних джерел**

1. Оптимізація систем керування двигунами вантажних автомобілів. / Макаренко М.Г., Шевченко І.О., Кривоніс С.В. // Збірник тез доповідей міжнародної конференції «Енергетичні установки та альтернативні джерела енергії». 11–12 березня 2024 року. – Харків : ХНАДУ, 2024. С. 271 – 274.

2. Електронні системи керування та діагностики сучасних автомобілів: проблеми і рішення. / Макаренко М.Г., Шевченко І.О., Хейло В.О., Пиріжок В.І. // Збірник тез доповідей міжнародної конференції «Енергетичні установки та альтернативні джерела енергії». 11–12 березня 2024 року. – Харків : ХНАДУ, 2024. С. 274 – 278.

3. Розробка механотронної системи адаптивного керування турбонаддувом двигуна ММЗ-Д-260.4. / Крилевський Б.С., Макаренко М.Г. // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 23-24 листопада 2023 року / Харків : ДБТУ, 2023. С.85

4. Вдосконалення системи наддуву тракторного двигуна. / Макаренко М., Крилевський Б. Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С. 33.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ГАЛЬМОВОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ КРАЗ-5233ВЕ ВИКОРИСТАННЯМ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ

Макаренко М. Г., доцент, Петренко А.В., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The basic principles of adaptive control of the brake system of the KrAZ-5233VE vehicle, the concept of its implementation and the algorithm of operation, which allows to improve its efficiency and increase the level of safety, are described.*

Автомобілі підвищеної прохідності, зокрема КрАЗ-5233ВЕ, використовуються в умовах важкого бездоріжжя, що вимагає ефективної та надійної гальмової системи. Традиційні гальмівні механізми не завжди забезпечують належну ефективність у змінних умовах експлуатації, що може призводити до зниження безпеки. Додатковою проблемою є вплив навантаження на розподіл гальмівних сил, що може призводити до зниження їхньої ефективності.

Адаптивне керування ґрунтується на безперервному аналізі параметрів руху та зміні характеристик гальмування в режимі реального часу. Основні принципи включають: моніторинг параметрів автомобіля (швидкість, навантаження, нахил дороги, зчеплення з покриттям, температурний стан гальмівних механізмів); використання електронної системи управління гальмами (EBS) з автоматичним розподілом гальмівних зусиль; автоматичне регулювання гальмівного зусилля на кожному колесі для запобігання блокуванню або пробуксовці; інтеграція з антиблокувальною системою (ABS), системою курсової стійкості (ESP) та системами контролю тягового зусилля [1 - 4].

Вдосконалення гальмової системи КрАЗ-5233ВЕ передбачає встановлення модуля адаптивного керування, який включає: центральний блок керування (ECU) для аналізу даних та регулювання гальмівного процесу; датчики швидкості обертання коліс, кутового прискорення кузова, навантаження на осі, температури гальмівних дисків; гідравлічний чи пневматичний блок регулювання тиску в гальмівних контурах; програмне забезпечення для адаптивного контролю з можливістю інтеграції з іншими системами безпеки автомобіля.

Ця система здатна в реальному часі регулювати гальмівні характеристики відповідно до змінних умов руху, покращуючи ефективність та безпеку керування автомобілем. Крім того, передбачена функція самонавчання, яка дозволяє системі адаптувати алгоритми управління на основі історичних даних.

Адаптивна система гальмування працює за багаторівневим алгоритмом, що включає процеси збору даних, аналізу параметрів руху, регулювання гальмівного зусилля та забезпечення стабільності транспортного засобу.

На першому етапі здійснюється постійний моніторинг та збір даних з датчиків, встановлених у гальмовій системі та інших підсистемах автомобіля. До основних вхідних параметрів належать: швидкість обертання кожного колеса; величина поздовжнього та поперечного прискорення автомобіля; кут повороту рульового колеса; навантаження на осі транспортного засобу; стан дорожнього покриття (визначається за допомогою аналізу зчеплення коліс з поверхнею); температура гальмівних дисків та колодок.

Зібрані параметри піддаються обробці за допомогою математичних алго-

ритмів в електронному блоці управління (ECU) і включають: аналіз динамічних характеристик руху автомобіля; оцінку коефіцієнта зчеплення шин з дорожньою поверхнею; прогнозування змін навантаження на осі в залежності від умов руху. Система також використовує нейромережеві алгоритми для прогнозування поведінки автомобіля та вибору оптимальних параметрів гальмування.

Після аналізу отриманих даних адаптивна система за допомогою пропорційно-інтегрально-диференційного (PID) контролера формує сигнали керування для виконавчих механізмів: регулятори тиску в гальмівних контурах забезпечують розподіл гальмівної сили між колесами відповідно до поточних умов руху; інтелектуальна антиблокувальна система (ABS) коригує роботу гальм для запобігання блокуванню коліс; система динамічного контролю (ESP) втручається у розподіл зусилля на кожне колесо, якщо виявлено нестабільність руху. Система адаптивного керування працює не лише для ефективного гальмування, а й для підтримки курсової стійкості автомобіля. В умовах екстреного гальмування або зміни траєкторії руху система взаємодіє з ESP для запобігання заносу чи перекидання транспортного засобу.

У разі виявлення ризику втрати контролю система здійснює наступні заходи: перерозподіл гальмівних зусиль між осями для стабілізації автомобіля; зменшення подачі пального для зниження швидкості руху; автоматичне включення системи допомоги при екстреному гальмуванні (EBA), яка підвищує тиск у гальмівному контурі для досягнення максимального уповільнення.

Висновки. Вдосконалений алгоритм роботи адаптивної системи гальмування автомобіля КрАЗ-5233BE дозволяє значно підвищити ефективність розподілу гальмівних сил, скоротити гальмівний шлях та покращити стабільність руху в екстремальних умовах.

#### **Список використаних джерел**

1. М. Г., Макаренко, Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.

2. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.

3. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А., Бондаренко В. О. Використання штучного інтелекту і доповненої реальності при дослідженні маневрових якостей автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 90-92.

4. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А. Використання інтелектуальних систем адаптивного керування підвіскою автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 155.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ У СКЛАДІ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ КОЛЕСАМИ

Світличний О. В., аспірант

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The article presents a method for increasing the efficiency of operation of a machine-tractor unit as part of a wheeled tractor by reducing soil compaction by wheels.*

Ущільнення ґрунту, викликане використанням колісних тракторів, є однією з основних причин зниження родючості ґрунтів та погіршення їх агрономічних властивостей. Зниження ущільнення ґрунту колесами трактора є важливим фактором для підвищення ефективності експлуатації колісних тракторів у складі сільськогосподарських агрегатів.

Зменшення ущільнення ґрунту сприяє збереженню природної структури, що покращує аерацію, водопроникність і здатність ґрунту утримувати вологу. Це є важливим для росту рослин і забезпечення їх живлення. Менше ущільнення ґрунту позитивно впливає на мікрофлору та мікрофауну, що сприяє родючості. Збереження природних умов ґрунту покращує умови для розвитку кореневої системи рослин. Під час зменшення ущільнення поліпшується проникнення коліс трактора в ґрунт, що зменшує опір під час обробки. Це дозволяє знизити витрати пального, підвищуючи ефективність робочого процесу. Зниження ущільнення дозволяє використовувати трактори в умовах з великою вологістю або при м'якому ґрунті, знижуючи ризик застрягання техніки та продовжуючи терміни посіву або обробки.

Шини з широким протектором та великим об'ємом дозволяють зменшити тиск на ґрунт, що, в свою чергу, знижує утворення ущільнень. Регулярна перевірка та регулювання тиску в шинах можуть суттєво впливати на рівень ущільнення ґрунту. Зниження тиску в шинах в умовах польових робіт призводить до меншого ущільнення. Зменшення ваги сільськогосподарських агрегатів допомагає уникнути глибинного ущільнення, зберігаючи родючість верхнього шару ґрунту.

Вплив тиску в шинах на ущільнення ґрунту є критично важливим аспектом, який визначає ефективність роботи колісних тракторів та інших сільськогосподарських машин. Неправильно обрана величина тиску може суттєво вплинути на механічну структуру ґрунту, його родючість та загальний стан сільськогосподарських угідь. Тиск у шинах безпосередньо впливає на величину навантаження, яке передається на поверхню ґрунту. Чим вищий тиск, тим менша площа контакту шини з ґрунтом, що призводить до збільшення тиску на одиницю площі. Високий тиск у шинах може привести до глибинного ущільнення, при якому у ґрунті утворюються тверді шари, що перешкоджають нормальному росту коренів рослин. Низькі шини з високим тиском можуть призвести до того, що поверхня ґрунту стає щільнішою, зменшуючи аерацію та затруднюючи проникнення води. Для досягнення оптимального тиску важливо враховувати тип ґрунту, умови експлуатації та вагу агрегату.



Вертикальні коливання колеса трактора або іншого сільськогосподарського агрегату мають значний вплив на ущільнення ґрунту. Цей вплив пов'язаний з динамічними навантаженнями, які створюються під час руху, а також з характеристиками шини та типом ґрунту. Оптимізація параметрів роботи тракторів, включаючи налаштування тиску в шинах та швидкості руху, може зменшити ущільнення ґрунту і покращити умови для росту рослин.

Зниження ущільнення ґрунту колесами трактора є важливим аспектом підвищення ефективності його експлуатації у складі ґрунтообробних агрегатів. Це призводить до покращення агрономічних властивостей ґрунту, зниження витрат на паливо та ресурсозбереження. Впровадження нових технологій і методів для зменшення ущільнення має стати пріоритетом для сучасного сільського господарства.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.

3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.

4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

9. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

## ПОКРАЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАКТОРА ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРИ ОБРОБЦІ ДАНИХ

Сміцков Д. С., аспірант

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The article substantiates a method for improving the accuracy of determining tractor traction indicators by using neural networks in data processing. The types of neural networks that can be used during data processing of traction tests of tractors and aggregates are presented.*

Тягові показники трактора є критично важливими для ефективності його роботи в сільському господарстві. Вони відображають здатність трактора виконувати різні агрономічні операції, такі як оранка, боронування та посів. Поряд з традиційними методами визначення тягових показників, сучасні технології, зокрема нейронні мережі, відкривають нові можливості для покращення точності та ефективності обробки даних.

Збирання великої кількості даних про роботу трактора, таких як швидкість, оберти двигуна, вологість ґрунту, рельєф місцевості, тип ґрунту та інші параметри. Підготовка даних для навчання нейронної мережі шляхом нормалізації та очищення від шумів.

Використання різних архітектур нейронних мереж (наприклад, багатошарових перцептронів, рекуррентних нейронних мереж) для моделювання залежностей між вхідними ознаками та тяговими показниками.

Нейронні мережі здатні навчатися на нових даних, що дозволяє їм адаптуватися до змінних умов роботи трактора. Нейронні мережі можуть ефективно обробляти великі обсяги даних та виявляти складні зв'язки, які можуть бути неочевидними при традиційних аналізах. Завдяки здатності до машинного навчання, нейронні мережі можуть досягти більшої точності у прогнозуванні тягових показників порівняно з класичними методами.

На основі отриманих моделей можна створити систему, яка автоматично регулює робочі параметри трактора для оптимізації тягових показників. Використання результатів нейронних мереж для моніторингу стану трактора та його налаштувань у реальному часі, що дозволяє запобігти перевантаженням і підвищити ефективність роботи.

Для ефективного навчання нейронних мереж потрібно багато якісних даних, що може бути складним завданням. Неправильно налаштовані нейронні мережі можуть призвести до переобладнання або низької продуктивності. Навчання складних моделей може вимагати значних обчислювальних потужностей.

Для покращення точності визначення тягових показників трактора за допомогою нейронних мереж можна використовувати кілька типів архітектур. Кожна з них має свої переваги в залежності від специфіки даних та завдання. Нижче наведені найкращі типи нейронних мереж, які підходять для цього завдання: 1. Багатошаровий перцептрон (MLP). 2. Рекуррентні нейронні мережі (RNN). 3. Довготривала пам'ять (LSTM). 4. Глибокі нейронні мережі (DNN). 5. Конволюційні нейронні мережі (CNN). 6. Генеративно-змагальні мережі (GAN).

Вибір конкретної архітектури нейронної мережі залежить від характеру даних, наявності історичних показників, вимог до обробки даних та точності, яку необхідно досягти. Використання комбінацій різних типів нейронних мереж може також привести до покращення результатів у визначенні тягових показників трактора.

Застосування нейронних мереж для обробки даних та визначення тягових показників трактора відкриває нові перспективи для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Завдяки здатності нейронних мереж адаптуватися до змінних умов та обробляти великі обсяги даних, можливо значно покращити точність прогнозів і оптимізувати роботу тракторів. Виклики, пов'язані з використанням цієї технології, вимагають подальших досліджень і розробок для їх подолання та досягнення максимальних результатів.

#### Список використаних джерел:

1. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125–135.
2. Калінін Є. І., Кусков М. А., Бельорін-Еррера О. М. Особливості повороту шарнірно-зчленованого трактора. *Сучасні інформаційні системи*, 2022. № 6(1). С. 30–33.
3. Кусков М. А., Бачура І. А., Ветренко А. Д. Підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторного агрегату покращенням динаміки причіпної машини. *Матеріали науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ»*, 2024. С. 218 – 220.
4. Бойко Р. В., Кусков М. А., Антощенко Р. В. Розробка та оцінка системи напівактивної підвіски для тракторів. *Молодь і технічний прогрес в АПВ : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Держ. біотехнол. ун-т, 23-24 листопада 2023 р. Харків, 2023. С. 321–322.*
5. Задорожний В. П., Кусков М. А., Антощенко Р. В. Розробка системи автоматичної керування трансмісією трактора. *Матеріали науково-практичної конференції «Молодь та технічний прогрес в АПВ»*, 2023. С. 340–343.
6. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
7. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоеlementних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
8. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
9. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКІСНИХ ДІАГРАМ В ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМАХ**

Кісь-Коркіщенко Л.В. доцент., доктор філософії (PhD),  
Хрипливець О.Г., студент,  
(ДБТУ, м. Харків, Україна).

*This paper examines the construction of velocity diagrams for planar mechanisms using a graphical method. It also analyzes the conditions under which a couple of forces can be replaced by another couple.*

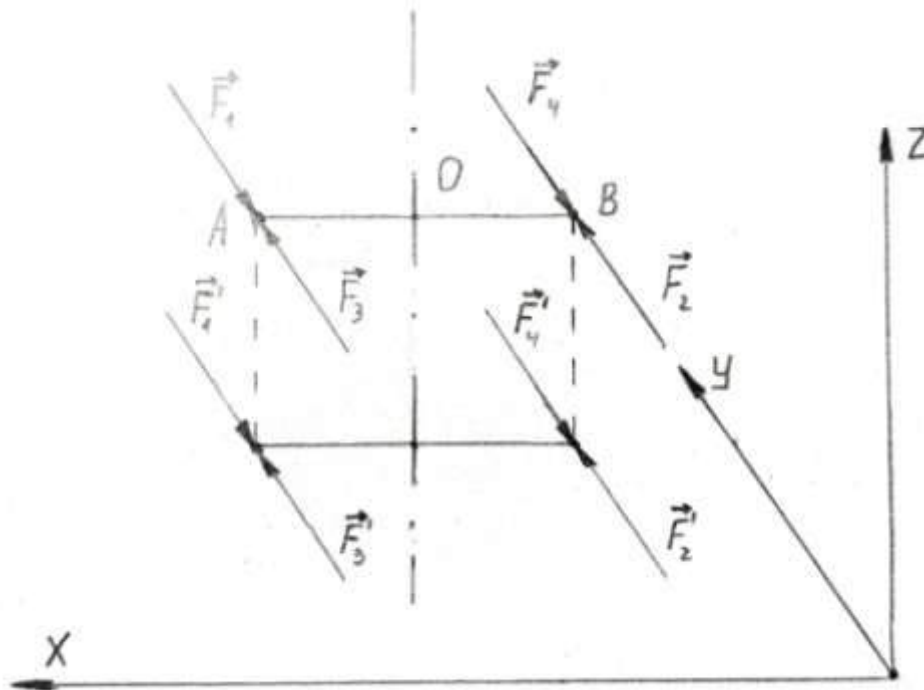
Досліджується метод побудови швидкісних діаграм для плоских механізмів. Розглянуто основні теоретичні аспекти кінематичного аналізу, зокрема визначення положень, швидкостей та прискорень точок механізму. Особливу увагу приділено використанню графічного методу для знаходження швидкостей точок кривошипно-кулісного механізму.

Парою сил називається система двох паралельних сил, які рівні за модулем, направлені в протилежні боки і не лежать на одній прямій. З цього твердження можна припустити що є дві точки А і В, на певній відстані  $h$  одна від одної, на які діють дві сили  $F_1, F_2$  і утворюють момент пари.

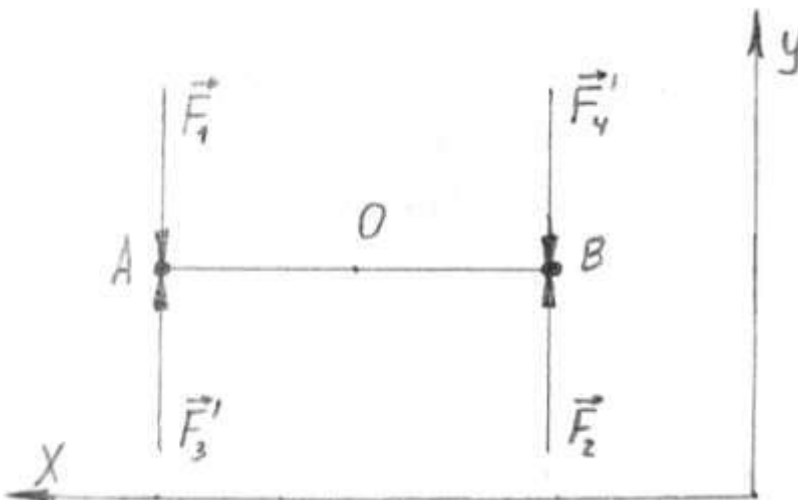
Оскільки є момент пари то в результаті дії цього моменту ми одержимо точку О, що буде вісю обертання пари А,В. Далі використаю твердження Галілео. Принцип відносності Галілея можна сформулювати як наступне твердження: всі інерціальні системи відліку абсолютно еквівалентні одна до одної. Додавши взяту пару точок А,В до твердого тіла, що дозволить використати лему: силу, прикладену до абсолютно твердого тіла можна, не змінюючи її дії на тіло, переносити паралельно самій собі в будь яку точку тіла, додаючи при цьому пару сил, момент якої дорівнює моменту перенесеної сили відносно нової точки прикладення сили.

Відповідно до вище викладених вступних даних, в нерухомій системі координат  $x, y$ , виконується момент пари що призводить до обертання точок А,В навколо вісі О в результаті дії сил  $F_1, F_2$ . Якщо при цьому змінити систему відліку на рухому з точкою відліку на вісі О, то одержимо ще пару сил  $F_3, F_4$  яка буде рівноважною  $F_1, F_2$ , що не дасть точкам А,В обертатися відносно вісі обертання О в новій системі відліку.

Згідно лемі сила переноситься паралельно самій собі в будь яку точку тіла, додаючи при цьому пару сил, момент якої дорівнює моменту перенесеної сили відносно нової точки прикладення сили, тому зробивши це по осі  $z$  і утворюються нові пари сил  $F_1', F_2', F_3', F_4'$ .



Якщо дивитись на систему відліку  $x, y$  як на площину і оскільки  $F_1, F_2 = F_1', F_2'$  а  $F_3, F_4 = F_3', F_4'$ , то ми можемо розглядати дії сил  $F_3', F_4'$  як рівноважні  $F_1, F_2$ .



Відповідно аналітичних умов рівноваги плоскої системи сил виражаються трьома залежностями і формується так: довільна плоска система сил знаходиться в рівновазі, якщо алгебраїчні суми проєкцій усіх сил на кожну з двох координатних осей і алгебраїчна сума моментів всіх сил відносно будь-якої точки площини дії сил дорівнюють нулю.

Пару сил можна замінити рівнодіючою, що буде іншою парою сил, якщо момент пари дорівнює нулю.

УДК 629.33

**ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕДУЧОГО МОСТА  
ТА ЕЛЕМЕНТІВ ПІДВІСКИ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ  
ПІДВИЩЕНОЇ ПРОХІДНОСТІ**

Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент; Цебенко Д.В. студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The paper reveals the relevance of creating and studying the bearing structures of axle bridges with increased reliability and reduced metal consumption based on the development of resource design principles and methods of design and technological management of quality parameters.*

Велика кількість виробників вантажної автомобільної техніки у світі зумовлює і широку гаму конструкцій ведучих мостів. Виробники автомобільної техніки застосовують як ведучі мости власного виробництва, так і ведучі мости профільних світових виробників агрегатів трансмісії Dana (США), ArvinMeritor (США), Madara (Болгарія), HanDeAxle (Китай) тощо.

Існуючі методи та стан проблеми створення надійних ведучих мостів вантажних автомобілів здебільшого перебувають у руслі світових тенденцій розв'язання завдань конструкторсько-технологічного забезпечення надійності ведучих мостів вантажних автомобілів. Загалом вітчизняне машинобудування також здатне на сучасному рівні їх виконувати.

Так, для виконання основних стадій є необхідне обладнання, алгоритми та програмне забезпечення для реалізації та розвитку наявних методологій та технологій [1]. Головні з них дають змогу отримувати досить хороші результати. Однак, під час розроблення перспективних модельних рядів ведучих мостів новостворюваних класів і типів вантажної автомобільної техніки, відсутня цілісна система взаємозв'язку конструкторсько-технологічного забезпечення надійності, системи менеджменту, сервісного забезпечення якості та безпечної експлуатації [2]. У зв'язку з цим неминучі невідповідності необхідних норм надійності новостворюваних зразків.

У дослідженнях містяться відомості про класифікацію, конструкції, сучасні методи конструкторсько-технологічного забезпечення надійності ведучих мостів вантажних автомобілів. Матеріали є узагальненням передового досвіду зарубіжного та вітчизняного автомобілебудування, результатів власних розробок автора в даній галузі та можуть бути корисними для розвитку досліджень з конструкторсько-технологічного забезпечення надійності на стадії створення ведучих мостів перспективних конструкцій, методології їхнього ресурсного проектування, що є необхідною умовою підвищення якості й

конкурентоздатності вантажних автомобілів.

За результатами досліджень, в якості прототипу, були прийнято такі базові конструкції:

- для моста - ведучий, з одинарною конічною головною передачею та ШРКШ здвоєного типу;

- для передньої підвіски - малолистова ресорна, з гумовими буферами для підвищення жорсткості.

В конструкторській частині виконано:

- тягово-динамічний і паливно-економічний розрахунок автомобіля;

- геометричні та міцнісні розрахунки елементів передачі моста (зубчастої пари головної передачі, підшипників головної передачі, півосі);

- геометричні та розрахунки міцності елементів передньої підвіски моста автомобіля (розрахунок і побудова пружної характеристики, розрахунок конструктивних параметрів ресори, розрахунок амортизатора) [3].

Виконані розрахунки показали, що проектуваний автомобіль за своїми тягово-швидкісними, паливно-економічними властивостями, конструктивними рішеннями, міцністю і довговічністю елементів ведучого моста і підвіски відповідає висунутим до нього (як до автомобіля високої прохідності) вимогам.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Капуста П.П. Принципы обеспечения надежности и ресурсного проектирования несущих систем мобильных машин // Грузовик. 2013. № 3. С. 24–31.

2. Капуста, П.П. Комплексная задача разработки перспективных ведущих мостов грузовых автомобилей с управляемыми характеристиками надежности / П.П. Капуста, А.Г. Леоненко // Машиностроение: республиканский межведомственный сборник научных трудов / Белорусский национальный технический университет. Минск: БНТУ, 2023. Вып. 34. С. 122-130.

3. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Элементы подвески. М.: Машиностроение, 1987. 288 с.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРНОГО АГРЕГАТУ ЗА РАХУНОК БЛОКУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛІВ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА

Череватенко Г. І., аспірантка

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The paper presents a method for increasing the effective performance of a plowing unit by locking the differentials of a wheeled tractor. The advantages of using a differential locking system for wheeled tractors are substantiated.*

Підвищення ефективності діяльності сільськогосподарських машин, зокрема орних агрегатів, є важливим завданням для забезпечення стійкого та продуктивного сільського господарства. Одним із шляхів підвищення ефективних показників є оптимізація роботи колісного трактора, зокрема за рахунок застосування блокування диференціалів. Це особливо актуально в умовах складного рельєфу або під час виконання робіт на важких ґрунтах.

Диференціал – це механізм, який дозволяє колесам трактора обертатися з різними швидкостями під час поворотів, що забезпечує кращу маневреність. Проте в умовах недостатнього зчеплення (наприклад, на м'яких або вологих ґрунтах) можуть виникати проблеми – одне з коліс приводиться в обертання, тоді як інше буксує.

Блокування діє як механічний вирівнювач, дозволяючи обом колесам обертатися з однаковою швидкістю. Це забезпечує кращу тягу, підвищуючи ефективність роботи трактора у важких умовах. Включення та виключення блокування може відбуватися вручну або автоматично залежно від конструкції трактору. Переваги блокування диференціалів полягають у збільшенні продуктивності агрегату. Заблоковані диференціали забезпечують постійну передачу потужності на обидва колеса, що дозволяє здійснювати обробку ґрунту навіть в найважчих умовах. Це особливо важливо під час весняного обробітку, коли ґрунт може бути перенасичений вологою. При блокуванні диференціалів підвищується зчеплення з ґрунтом, що запобігає буксуванню коліс. Це, в свою чергу, забезпечує стабільний рух трактору, зменшуючи ризик перевантаження машини та покращуючи якість роботи.

Ефективна передача потужності на обидва колеса під час блокування диференціалів знижує кількість пального, яке витрачається на буксування. Це має позитивний економічний ефект на всі види робіт, пов'язаних з обробкою земель.

Досить часто механізми блокування диференціалів можуть ускладнювати управління трактором, особливо під час швидкого маневрування. Необхідно навчати операторів працювати з такими системами, щоб уникнути негативних наслідків.

Ефективність блокування диференціалів безпосередньо залежить від технічного стану самого трактора. Зношені елементи системи можуть призвести до збільшення зносу або навіть виходу з ладу.

Впровадження системи блокування диференціалів вимагає фінансових витрат на модернізацію техніки або придбання нової. Це може бути важливим



фактором для фермерських господарств з обмеженим бюджетом.

З метою максимальної реалізації потенціалу блокування диференціалів необхідно адаптувати робочі технології. Це включає в себе правильний вибір моменту ввімкнення та вимкнення блокування.

Вибір системи блокування диференціалів для колісного трактора залежить від багатьох факторів, які визначають ефективність роботи техніки в конкретних умовах. Ось основні з них: тип ґрунту; рельєф місцевості; тип сільськогосподарських робіт; умови експлуатації; тип агрегату.

Кожен з цих факторів має своє значення і може впливати на вибір найбільш оптимальної системи блокування диференціалів, що дозволяє максимально ефективно використовувати трактор у конкретних умовах роботи.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоеlementних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.

3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.

4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОРНОГО АГРЕГАТУ ПІДВИЩЕННЯМ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ОРАНКИ

Шаповал В.В., аспірант

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The article presents a method for increasing the efficiency of plowing equipment operation by improving the quality of the plowing process.*

Якісна оранка є основою успішного сільськогосподарського виробництва, оскільки вона впливає на структуру ґрунту, його родючість та сприяє здоровому росту рослин. Підвищення ефективності експлуатації орного агрегату шляхом вдосконалення процесу оранки має ключове значення для оптимізації витрат та збільшення продуктивності аграрного сектора.

Підвищення якості оранки забезпечує однорідне перемішування ґрунту, що сприяє збереженню родючості та здорової структури верхнього шару. Як наслідок, це забезпечує кращий розвиток рослин. Впровадження новітніх технологій, таких як системи точного землеробства, дозволяє оптимізувати процес оранки, зменшити витрати на паливе та зменшити негативний вплив на ґрунти.

Правильне регулювання глибини, швидкості та кута оранки допомагає уникнути перевантаження техніки та забезпечити ефективніше використання ресурсів, що в свою чергу підвищує продуктивність агрегату. Якісний процес оранки дозволяє уникнути ущільнення нижніх шарів ґрунту, покращуючи аерацію та водопроникність, що позитивно впливає на родючість ґрунту. Якісна оранка забезпечує кращий класифікаційний стан ґрунту, що сприяє оптимальному розвитку кореневої системи рослин, знижуючи ризики, пов'язані з хворобами і шкідниками. Поліпшення якості процесу оранки призводить до зменшення витрат на обробку ґрунту, пального та інших ресурсів, що знижує загальні витрати на виробництво.

Регулювання глибини оранки в залежності від типу ґрунту є важливим аспектом, що впливає на ефективність обробки, родючість та здоров'я рослин. Правильна глибина оранки залежить від особливостей ґрунту, його структури, вмісту вологи та інших факторів. Ось кілька рекомендацій щодо регулювання глибини оранки залежно від типу ґрунту.

Легкі піщані ґрунти мають низьку щільність і хорошу водопроникність. Оранка на глибину не більше 20 см допомагає зберегти структуру ґрунту та уникнути його пересушування.

Суглинки забезпечують оптимальну водо- і повітропроникність. Глибина оранки в межах 20-25 см дозволяє забезпечити хорошу аерацію, зберігаючи при цьому природну структуру ґрунту.

Глинисті ґрунти схильні до ущільнення. У вологих умовах оранка на глибину 20-25 см допомагає уникнути подальшого ущільнення. У сухих умовах можна збільшити глибину оранки до 30 см, але необхідно бути обережним, щоб не погіршити структуру.

Супіски мають хорошу водопроникність, проте можуть бути чутливими до пересихання. Глибина оранки від 15 до 25 см оптимальна для підтримки

вологості та запобігання ерозії.

У вологих умовах варто зменшити глибину оранки до 15-20 см, оскільки глибоке орання може призвести до ущільнення та погіршення структури верхніх шарів. Правильне регулювання глибини оранки залежно від типу ґрунту є ключовим кроком до досягнення оптимальних умов для росту рослин та збереження структурних властивостей ґрунту. Регулярний моніторинг стану ґрунту та адаптація методів обробки допоможуть підтримувати його родючість і забезпечити високі врожаї.

Підвищення ефективності експлуатації орного агрегату шляхом покращення якості процесу оранки є важливим фактором для досягнення високих результатів у сільському господарстві. Використання сучасних технологій, належне налаштування параметрів оранки та оптимізація витрат сприяють підвищенню родючості ґрунтів і збільшенню продуктивності сільськогосподарських культур. Впровадження інноваційних підходів в обробку ґрунту має стати пріоритетом для аграрної галузі.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоеlementних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.

3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.

4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

9. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоеlementних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

УДК 658.274:656.13(075.8)

## ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ В СИСТЕМІ ТО АВТОМОБІЛІВ

Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент; Яковлев М.В. студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article reveals the relevance of search research on the development of proposals for the improvement (creation) of reliable and economical equipment for car maintenance and repair.*

Збільшення чисельності автомобілів та ускладнення їх конструкції призводить до збільшення обсягу робіт з технічного обслуговування (ТО) та ремонту, до зростання витрат на забезпечення їх працездатності.

Технологічне обладнання автотранспортних підприємств (АТП) та станцій технічного обслуговування (СТО) призначене для підвищення продуктивності праці при ТО і ремонті автомобілів, створення належних умов праці обслуговуючому персоналу, підвищення безпеки та зменшення негативного впливу таких підприємств на навколишнє середовище.

На сьогоднішній день технологічне обладнання на підприємствах, пов'язаних з експлуатацією автомобілів, а також технічного сервісу використовується вкрай незадовільно. До основних причин негативного відношення до використання технологічного обладнання слід віднести [1,2,3]:

- низька кваліфікація персоналу;
- широка номенклатура технологічного обладнання та відсутність запчастин;
- відсутність ефективної організації ТО та ремонту технологічного обладнання;
- висока ступінь спрацювання обладнання (по Україні до 60 %);
- відсутність спеціалізованого технологічного обладнання для ряду технологічних процесів.

За даними науковців Національного транспортного університету [3] АТП України укомплектовані технологічним обладнанням приблизно на 20 %. Серед нього 10...15 % несправного, 2...5 % знаходиться на складі, 10...12 % змонтоване, але не працює.

Не менше питань, щодо використання технологічного обладнання, стоїть перед сервісними службами забезпечення сільськогосподарського виробництва. Як відомо, ефективність сучасного сільськогосподарського виробництва багато в чому залежить від своєчасного та якісного технологічного процесу, який, в свою чергу, залежить від наявності техніки та її працездатності. З огляду на суттєве скорочення парку машин і обладнання, що використовуються в сільськогосподарському виробництві, їх фізичний і моральний знос, виникає потреба у впровадженні інноваційних технологій, направлених на розвиток та переоснащення підприємств і підрозділів системи технічних служб усіх рівнів.

Як свідчить світовий досвід, виробництво якісної техніки можливе лише за умови організації належного ТО з безпосередньою участю виробників техніки. Ефективне використання сучасної вітчизняної та зарубіжної техніки за

призначенням вимагає вжиття заходів щодо підтримання її працездатності впродовж усього періоду експлуатації. З цими завданнями нині стикаються інженерно-технічні підрозділи сільгоспвиробників. У нових економічних умовах і за пріоритету прав агробізнесу система ТО й ремонту сільськогосподарської техніки та обладнання потребує інновацій, організаційного та технологічного переоснащення.

Така постановка питання стосується й автомобільного транспорту, ефективність роботи якого значною мірою залежить від технічної готовності рухомого складу, що забезпечується своєчасним і якісним виконанням ТО та ремонту. З усіх видів транспорту автомобільний є найбільш трудомістким і витратним щодо ресурсної бази. Щороку на його технічне утримання витрачаються значні кошти. Незважаючи на це, техніко-економічні показники роботи автомобільного парку підвищуються вкрай повільно.

Однією з основних причин такого становища є відставання в розвитку і вдосконаленні виробничої бази АТП від темпів зростання рухомого складу. Для ефективної експлуатації та технічного утримання рухомого складу необхідні не просто нові, а якісно нові підприємства й сервісні служби.

Таким чином, актуальним питанням є подальший розвиток виробничо-технічної бази автомобільного транспорту, що передбачає будівництво нових, розширення, технічне переоснащення і реконструкцію діючих сервісних та авторемонтних підприємств. Ці завдання вирішуються насамперед у процесі проектування підприємств, що передбачає розробку більш раціональних планувальних виробничих підрозділів, застосування прогресивних форм і методів ТО і ремонту рухомого складу, високий рівень механізації виробничих процесів, використання сучасних засобів діагностування технічного стану автомобілів, наукову організацію праці [1,2,3].

Метою пошукових досліджень є розробка пропозицій щодо вдосконалення (створення) надійного і економічного обладнання для ТО і ремонту автомобілів.

Головними показниками ефективності обладнання є: висока продуктивність, економічність, міцність, надійність, оптимальні габарити, низька енергоємність, обсяг і вартість ремонтних робіт, високий технічний ресурс і ступінь автоматизації, простота і безпека обслуговування.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волков В.П., Міщенко В.М., Кравченко О.П. та ін. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник/ Під загальною редакцією В.П. Волкова. Харків: ХНАДУ, 2010. 556 с./ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/378764/>.

2. Ладанюк А.П. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів. Навч. пос. / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. Ліра-К, 2020. 352 с.

3. Червоний Б.І. Технологічне обладнання автотранспортний підприємств: Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2005. 212 с. / [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2215/>.

## СЕКЦІЯ 7. ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ В АПВ

### ОГЛЯД НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Баштовий В.Б., студ., e-mail: [v888376038@gmail.com](mailto:v888376038@gmail.com)

Сухін В.В., ст. викл, e-mail: [vv.suhin@btu.kharkiv.ua](mailto:vv.suhin@btu.kharkiv.ua). (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*These of the report are devoted to a review of the directions of development of the modern electric drive. Its role in various branches of the economy is indicated. The main problems of electric drives and the reasons for progress in their solution are given. Its control systems are presented, and aspects of its future development are also considered.*

Сучасні електроприводи відіграють ключову роль у промисловості, транспорті, енергетиці та інших сферах. Високі вимоги до енергоефективності, надійності і керованості електроприводів зумовлюють необхідність його вдосконалення. Основні проблеми, що потребують вирішення, включають підвищення енергоефективності, впровадження адаптивних алгоритмів керування та інтеграцію з розумними системами управління.

За останнє десятиліття значний прогрес у розвитку електроприводів досягнуто завдяки використанню силової електроніки, цифрових систем керування і штучного інтелекту. Дослідження вказують на широке впровадження частотно-регульованих приводів (ЧРП), що дозволяють економити електроенергію і покращувати робочі характеристики. Також активно розвиваються безконтактні електроприводи, такі як синхронні двигуни з постійними магнітами. Нові дослідження акцентують увагу на використанні інтелектуальних систем керування. Вони дозволяють адаптивно налаштовувати параметри приводу в реальному часі, покращуючи його продуктивність і продовжуючи термін експлуатації обладнання.

Метою цієї роботи є аналіз сучасних напрямків розвитку електроприводів. Сучасні напрямки розвитку електроприводів:

– Енергоефективність – використання нових типів силових напівпровідників (SiC, GaN) для зменшення втрат енергії.

– Інтелектуальне керування – застосування адаптивних алгоритмів, які дозволяють підлаштовувати параметри приводу відповідно до умов експлуатації.

– Електроприводи для електротранспорту – розвиток потужних і компактних приводів для електромобілів, що забезпечують високу питому потужність та енергоефективність.

– Інтеграція в цифрові мережі – створення розумних електроприводів, які можуть працювати у складі промислових мереж IoT (Internet of Things).

– Бездротове керування електроприводами – зменшення складності інфраструктури і підвищення гнучкості її застосування.

Розвиток сучасних електроприводів спрямований на покращення їх можливостей. Завдяки використанню нових матеріалів, методів керування та енергоефективних компонентів, електроприводи стають більш продуктивними та екологічними. Подальші дослідження у сфері штучного інтелекту та інтернету речей сприятимуть подальшій автоматизації і розширенню можливостей електроприводних систем.

## АНАЛІЗ МОТИВАЦІЙНИХ СХЕМ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Беліков Є. Д., магістрант; Трунова І. М., к.т.н., доцент;  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

[egor628419@gmail.com](mailto:egor628419@gmail.com), [trunova\\_iryana@btu.kharkov.ua](mailto:trunova_iryana@btu.kharkov.ua)

*Abstract. The results of the analysis of the ways of motivation to increase the power supply reliability in various countries of the world are presented. It was concluded that it is necessary to take into account the best practices of world experience.*

Для підвищення надійності електропостачання в багатьох європейських країнах застосовуються мотиваційні моделі для Операторів систем розподілу (ОСР) на основі винагород та штрафів. В останньому бенчмаркінг звіті Ради органів регулювання енергетики ЄС Council of European Energy Regulators (CEER) та Ради органів регулювання Енергетичного Співтовариства Energy Community Regulatory Board (ECRB) приводиться аналіз кращих практик застосування таких стимулів. Наприклад, в Словенії стимули пропорційні різниці між фактичним виконанням та цільовим значенням. В мотиваційній моделі враховуються також річні витрати на експлуатацію і технічне обслуговування обладнання розподільних мереж та активи інфраструктури. Схема «винагорода/штраф» в цієї країні розроблена як математично визначена частково лінійна функція, виражена математичною моделлю методу класу якості з інтерполяцією країв із верхньою та нижньою межею. В Грузії цільові показники нормативів надійності електропостачання встановлюються з урахуванням топології мережі та зони обслуговування ОСР за регіонами та територіальними округами. Відповідно, мотиваційна модель в цієї країні основана на винагородах або штрафах для кожного регіону зони обслуговування ОСР на основі покращення/погіршення індексу середньої тривалості довгих перерв в електропостачанні в системі - System Average Interruption Duration Index (SAIDI) в кожному регіоні зони обслуговування ОСР для певного тарифного року(ів).

В Україні обладнання розподільних мереж обслуговується також територіальними підрозділами – районними електричними мережами (РЕМ). Однак, аналіз показав, що лише в цілому для ОСР використовують мотиваційну схему підвищення надійності електропостачання споживачів з врахуванням різниці між досягнутим фактичним значенням SAIDI та цільовим значенням SAIDI для певного тарифного року. Крім того, певною мотивацією підвищення надійності електропостачання служить і надання компенсацій споживачам за невиконання гарантованих стандартів якості електропостачання згідно з «Порядком забезпечення стандартів якості електропостачання та надання компенсацій споживачам за їх недотримання». Також зроблено висновок, що для підвищення надійності електропостачання потрібні і механізми стимулювання інвестування саме в модернізацію та відновлення пошкодженого ракетними обстрілами обладнання розподільних мереж, що передбачене системою RAB-регулювання (Regulatory Asset Base - регульована база інвестованого капіталу), яка почала впроваджуватися в Україні. Але значні інвестиції можливі лише в мірні часи без ризику їхньої втрати внаслідок воєнних дій.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З АСИНХРОННИМ ДВИГУНОМ ТА З СИНХРОННИМ ДВИГУНОМ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

Сотнік О.В., к.т.н., доц., e-mail: [sotnikolga11@gmail.com](mailto:sotnikolga11@gmail.com)  
магістрант Гайворонський Є.Ю., e-mail: [egaivoronsky1997@gmail.com](mailto:egaivoronsky1997@gmail.com)  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*A comparative analysis of the energy characteristics of an asynchronous motor and a synchronous motor with permanent magnets as part of a frequency-controlled electric drive is carried out, the main advantages are determined and the areas of application are substantiated. Considering energy saving and efficiency, in modern high-tech processes, it is more expedient to use synchronous motors with permanent magnets, although an asynchronous motor remains a more advantageous solution for mass industrial tasks.*

Розвиток сучасних електроприводних систем спрямований на підвищення енергоефективності, зменшення електричних втрат та оптимізацію керування. Впровадження частотно-регульованого електроприводу (ЧРЕП) забезпечує можливість динамічного контролю швидкості та моменту електродвигунів, що актуально для промислових, транспортних та енергозберігаючих застосувань.

Основними типами електричних машин, що використовуються в таких приводах, є асинхронні двигуни (АД) та синхронні двигуни з постійними магнітами (СДПМ). У даній роботі проведено порівняльний аналіз їхніх енергетичних характеристик, визначено основні переваги та обґрунтовано сфери застосування.

1. Порівняння енергетичних показників АД та СДПМ у частотно-регульованому режимі.

Ключовими показниками ефективності електроприводу є: коефіцієнт корисної дії, ККД,  $\eta$  – визначає частку корисної потужності від загального енергоспоживання; коефіцієнт потужності,  $\cos\phi$  – характеризує рівень реактивних втрат; врати потужності – визначаються як сума втрат у сталі, обмотках, механічних втрат та магнітного гістерезису.

Для АД загальні втрати визначаються виразом:

$$P_{BT} = P_{ст} + P_{мід} + P_{мех} + P_{зб} + P_{дод}, \quad (1)$$

де  $P_{ст}$  - втрати в сталі статора та ротора;  $P_{мід}$  - втрати статора та ротора;  $P_{мех}$  - втрати механічні (на тертя, кочення тощо);  $P_{зб}$  - на збудження втрати;  $P_{дод}$  - додаткові втрати.

Для СДПМ:

$$P_{BT} = P_{ст} + P_{мід ст} + P_{мех} + P_{дод}, \quad (2)$$

де  $P_{ст}$  - втрати в сталі статора та ротора;  $P_{мід}$  - втрати статора;  $P_{мех}$  - втрати механічні (на тертя, кочення тощо);  $P_{дод}$  - додаткові втрати.

Порівняльні енергетичні показники представлені в таблиці 1.

Отже, СДПМ мають вищу ефективність та кращу динаміку, що особливо важливо для систем із частими пусками та гальмуванням.



## 2. Алгоритми керування та їхній вплив на енергетичну ефективність.

Режим роботи електроприводу значною мірою залежить від алгоритму керування частотним перетворювачем.

Таблиця 1

параметр	АД	СДПМ
ККД, $\eta$ , %	85-93	95-98
$\cos\phi$ , в.о	0,7-0,9	0,95-1,0
втрати в роторі	$\epsilon$	відсутні
робота на низьких обертах	втрати зростають	висока ефективність
динамічні характеристики	обмежені (через ковзання)	гарні
вартість	дешеві	дорожчі

Для АД застосовують: скалярне керування ( $V/f$ ) – просте, але менш енергоефективне; векторне керування (FOC – Field Oriented Control) – забезпечує кращу динаміку та вищий ККД.

Для СДПМ застосовують: векторне керування (FOC) – дозволяє оптимально використовувати енергію, контролювати момент та оберти; пряме керування моментом (DTC – Direct Torque Control) – забезпечує швидку реакцію приводу.

Таким чином, для обох типів двигунів FOC є мінімально необхідним алгоритмом керування для досягнення високої ефективності.

## 3. Галузі застосування ЧРЕП із різними двигунами.

Залежно від технічних вимог до електроприводу використовується той чи інший тип двигуна:

АД застосовують для електропривода: вентилятори, насоси, компресори, конвеєри, ліфти, механізовані транспортери; приводи змінної швидкості у сільському господарстві (зернохосовища, млини тощо); загальні промислові механізми, де важлива економічна доцільність.

СДПМ застосовують для електропривода: роботизовані лінії, ЧПК-верстати, прецизійні механізми; системи електротранспорту (електромобілі, трамваї тощо); енергоефективні насоси та компресори (HVAC, системи охолодження); приводи з жорсткими вимогами до ККД та компактності.

Загалом, якщо враховувати енергозбереження та ефективність, у сучасних високотехнологічних застосуваннях доцільніше використовувати СДПМ, хоча АД залишається економічно вигіднішим рішенням для масових промислових задач.

**Висновки.** ЧРЕП із СДПМ має вищий ККД (до 98%), що дозволяє зменшити експлуатаційні витрати. АД є дешевшим, але поступається за ефективністю та має ковзання, що знижує точність регулювання швидкості.

Використання FOC або DTC є ключовим фактором для забезпечення ефективної роботи ЧРЕП. У промислових системах із довготривалим сталим навантаженням (насоси, вентилятори, конвеєри) АД залишається найбільш економічним варіантом. Для динамічних, високоточних і мобільних застосувань доцільним є використання СДПМ через кращу ефективність та компактність.

## ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

Пазій В.Г., ст. викладач; Дедков А. О., магістрант  
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The paper examines the economic efficiency of reactive power compensation in industrial enterprises. It analyzes the impact of excessive reactive power on energy costs and network efficiency, explores compensation methods, and evaluates their financial benefits. The study demonstrates that implementing reactive power compensation significantly reduces energy losses and operational expenses.*

**Вступ.** Сучасна промисловість характеризується високим рівнем електроспоживання, що вимагає ефективного управління енергоресурсами. Одним із важливих аспектів енергетичної ефективності є компенсація реактивної потужності, яка виникає внаслідок використання електрообладнання з індуктивним характером навантаження, зокрема асинхронних двигунів, трансформаторів, дроселів та інших пристроїв.

**Постановка проблеми.** Високе значення реактивної потужності призводить до значних економічних втрат для підприємств через підвищені втрати в електричних мережах, зниження пропускної здатності електромереж, необхідність використання обладнання з вищими номіналами потужності та додаткові штрафи від енергопостачальних компаній. Тому питання компенсації реактивної потужності є актуальним і вимагає детального економічного обґрунтування.

**Мета дослідження.** Аналіз економічної ефективності впровадження систем компенсації реактивної потужності на промислових об'єктах, визначення їх впливу на зниження витрат електроенергії, оптимізацію роботи електромереж та підвищення енергоефективності підприємств.

**Основні матеріали досліджень.** Проведемо аналіз впливу заходів з компенсації реактивної потужності на загальні витрати підприємств, ефективність використання електроенергії, а також можливі методи та технології для зниження рівня реактивної потужності.

Реактивна потужність не виконує корисної роботи, проте циркулює в електричних мережах, створюючи додаткове навантаження на обладнання та збільшуючи загальні втрати електроенергії. Основні проблеми, які виникають через недостатню компенсацію реактивної потужності, включають: зростання струмових навантажень у лініях електропередачі та трансформаторах; додаткові втрати електроенергії у вигляді теплових втрат у провідниках; зниження ефективності використання електроустановок; необхідність використання потужніших трансформаторів та кабельних ліній; штрафні санкції від енергопостачальників за перевищення допустимого рівня реактивної потужності.

Сучасні технології дозволяють знизити рівень реактивної потужності за допомогою різних методів, серед яких найпоширенішими є:

– статична компенсація – використання батарей статичних конденсаторів, що встановлюються безпосередньо біля споживачів електроенергії або у вузлах

вих точках мережі;

- синхронна компенсація – застосування синхронних електродвигунів, що працюють у режимі компенсаторів;

- динамічна компенсація – використання пристроїв типу SVC (Static Var Compensator) та STATCOM (Static Synchronous Compensator), які забезпечують швидке коригування коефіцієнта потужності в реальному часі.

Використання систем компенсації реактивної потужності дозволяє суттєво зменшити витрати підприємств, зокрема: зниження штрафних платежів – компенсація реактивної потужності дозволяє підприємствам уникнути фінансових санкцій з боку енергопостачальних компаній; зменшення втрат електроенергії – правильне регулювання коефіцієнта потужності сприяє зменшенню втрат у проводах та трансформаторах; оптимізація використання електромережевого обладнання – зниження навантаження на трансформатори та лінії електропередачі дозволяє уникнути додаткових інвестицій у модернізацію мережі; підвищення ефективності роботи електроустановок – поліпшення показників якості електроенергії сприяє стабільності роботи електродвигунів, зниженню перегріву та продовженню терміну експлуатації обладнання.

Для прикладу проведемо розрахунок економічного ефекту від впровадження заходів з компенсації реактивної потужності.

Розглянемо промислове підприємство, яке споживає 5 МВт активної потужності з коефіцієнтом потужності 0,75. За рахунок впровадження системи компенсації та підвищення коефіцієнта потужності до 0,95. Розрахунок показує, що при застосуванні компенсації для цих вихідних даних:

- знижується необхідна загальна потужність мережі, що призводить до економії електроенергії;

- витрати на штрафи можуть скоротитися на 20...30% залежно від тарифної політики постачальника;

- термін окупності обладнання для компенсації реактивної потужності становить 2...3 роки, після чого підприємство отримує чисту економію.

**Висновки.** Впровадження систем компенсації реактивної потужності є необхідним кроком для підвищення енергоефективності промислових об'єктів. Це дозволяє не лише зменшити витрати на електроенергію, а й оптимізувати роботу електрообладнання, підвищити надійність електропостачання та знизити негативний вплив на електричну мережу. Проведений аналіз показує, що економічний ефект від впровадження компенсаційних заходів є значним і сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств.

### Список використаних джерел

1. Василега П. О. Електропостачання : підручник / П. О. Василега. Суми : Сумський державний університет, 2019. - 521 с. ISBN 978-966-657-743-9.

**THE FEASIBILITY OF IMPLEMENTING AESAS IN RURAL NETWORKS**

Dudnikov S.M., Ph.D., associate professor, Zasukha O.M., master's student,  
(SBTU, Kharkiv, Ukraine)

State Biotechnological University

*Обґрунтовано доцільність використання в мережах з нижчим класом напруги 0,4 кВ PLC – технологій в системі АСКОЕ*

An important factor in reducing the cost-effectiveness of power supply systems of industrial enterprises is the imperfect state of schemes for controlling and accounting for the amount of energy used and the level of their exploitation.

From the analysis of the power supply systems of Ukraine [1], it was established that the largest losses of electrical energy (26%) are observed in the network with a voltage of 0.4 kV (Fig.1).

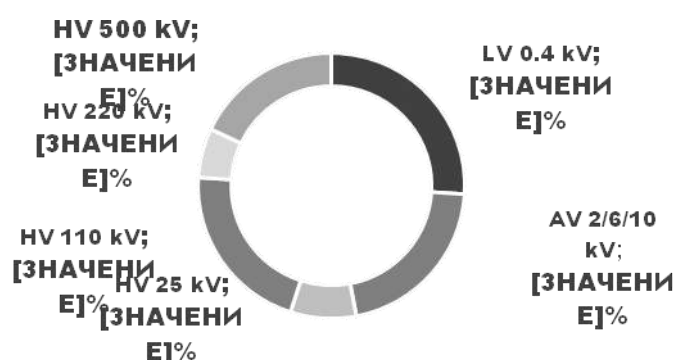


Fig. 1 - Electricity losses in electrical networks with different voltage levels.

Reducing losses is recommended by implementing an automated electrical energy control and metering system (AESAS) using a PLC network [2].

The main advantage of PLC technology is the ability to use existing electrical networks for data transmission. The features of the use of PLC technology are: 1 - A small number of RF channels on a separate power transmission line; 2 - low level of linear interference; 3 - the ability to select the frequency of data transmission and communication channels regardless of the channel frequencies in neighboring areas..

Analysis of existing electricity consumption data transmission systems in AESAS showed that the most economically justified and technologically acceptable is the use of PLC technology, taking into account the need for effective protection against electromagnetic interference while ensuring adequate bandwidth.

#### List of references

1. Дудніков С. М. Методи підвищення ефективності функціонування комбінованих систем енергопостачання споживачів АПК: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.01 / Дудніков Сергій Миколайович. – К., 2011 - 278 с.
2. Попадченко, С., Дудніков, С. (2022) «Перспективи розвитку сільських інтелектуальних електричних мереж», Науковий журнал «Інженерія природокористування», (1(23), с. 120-125. doi: 10.5281/zenodo.6824085

## ЗАЗЕМЛЕННЯ - НЕОБХІДНА УМОВА НАДІЙНОЇ ТА БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ СЕС

Мороз О.М., д.т.н., проф., e-mail: [moroz.an@ukr.net](mailto:moroz.an@ukr.net)

Калюжний М.Д., магістрант, e-mail: [kaluzny.nikita@gmail.com](mailto:kaluzny.nikita@gmail.com)  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The main functions of grounding in solar power plants (SPPs) and its importance for the safety and stability of the system are considered. The key tasks of grounding are identified, and the requirements for grounding resistance for private (up to 10 ohms) and industrial (up to 4 ohms) SPPs are given. Two methods of switching the grounding of photovoltaic modules, their advantages and disadvantages are considered.*

Основними функціями заземлення в СЕС є:

- 1) Захист від ураження електричним струмом – знижує напругу до безпечного рівня при пробоях ізоляції або коротких замиканнях.
- 2) Захист обладнання – відводить перенапруги (від блискавки, комутаційних процесів) та запобігає пошкодженню інверторів, панелей, контролерів.
- 3) Стабільність роботи – забезпечує коректне функціонування системи захисту та автоматики.
- 4) Вимоги електробезпеки – відповідність нормам (ПУЕ, ДСТУ, ІЕС 60364 тощо).

Опір заземлення повинен відповідати вимогам ПУЕ та ДСТУ [1,2]. Так для приватних СЕС, потужністю до 30кВт, опір заземлення повинен бути не більше 10 Ом, а для промислових станцій – 4 Ом або менше.

У якості заземлювальних пристроїв використовуються сталеві оцинковані або мідні електроди (кутки, смуги, труби), глибина закладання яких не менше 0,5–3 м (нижче рівня промерзання ґрунту), вертикальні електроди можуть з'єднуватися у контур. Всі металеві частини (каркаси панелей, інвертори, щити) підключаються до заземлювального контуру жорстким болтовим з'єднанням або зварюванням. При болтових з'єднаннях важливою вимогою є використання нержавіючих болтів, гайок та шайб для закріплення провідників, а також використання графітового мастила для зменшення ймовірності окислення контактів.

Існує два основних методи комутації панелей із заземленням: 1) послідовне з'єднання – кожний фотоелектричний модуль (ФЕМ) під'єднується один до одного та виводиться на головний провідник. Цей метод має недолік, оскільки при окисненні контакту в одну модулі може зникнути з'єднання у всій системі. 2) Під'єднання до загального дроту – кожний ФЕМ підключається окремим провідником до головного заземлювального кабелю. Цей метод є більш надійним, оскільки забезпечує стабільність системи. Для СЕС на відкритих ділянках обов'язкове улаштування грозозахисту (блискавковідводи + окремий контур заземлення), опір розтіканню блискавковідводу повинен бути не більше 100 Ом.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Правила улаштування електроустановок. URL: <https://eneko.ua/pue/>.
2. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. URL: <https://surl.li/xgryxs>.

## МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ІЗДОВИХ ЦИКЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ІЗ ЕЛЕКТРИЧНИМ ПРИВОДОМ.

Клименко І.В., магістрант

Науковий керівник – канд. тех. наук, доцент Сорокін М.С.

Державний біотехнологічний університет

(61052, Україна, м. Харків, вул. Різдва, 19, каф. електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки)

E-mail: [sorokin.ekt@gmail.com](mailto:sorokin.ekt@gmail.com)

*The paper considers the main issues and factors influencing the determination of the duration of operation of agricultural machinery with an electric drive in the field.*

Зростання використання електричних двигунів у сільськогосподарській техніці зумовлює необхідність розробки ефективних методів визначення їздових циклів. Це важливо для оптимізації енергоспоживання, підвищення продуктивності та зменшення експлуатаційних витрат.

Інфраструктура зарядних станцій є одним із факторів, що впливають на перехід на електромобілі, оскільки електромобілі в експлуатації характеризуються невеликим запасом ходу та тривалим періодом заряду акумулятора. Використання сільськогосподарської техніки із електричними двигунами ускладнено, виходячи із двох ключових факторів. По-перше це відсутність у місцях цільового використання зарядної інфраструктури та по друге складність прогнозування, в порівнянні із міським транспортом, витрати електричної енергії. В міських умовах прогнозування витрати енергії тягової батареї можна виконати по відповідним їздовим циклам (CLTC, NEDC, EPA, WLTP і JC08). Вони мають схожість у загальній методології, але відрізняються за параметрами випробувань, середньою швидкістю, тривалістю тесту та умовами навантаження.

Для розробки їздового циклу трактора необхідно провести моделювання із дослідженням динамічних сил та урахуванням типу виконуваних операції. Динамічне моделювання полягає у дослідженні фундаментальних динамічних сил, що діють на транспортний засіб, і напрямок, в якому діють ці сили.

Здатність агрегуватися із різноманітними ґрунтообробними інструментами та посівними знаряддями на вимагає сили тяги яку можна визначити за формулою:

$$F_p = F_i \cdot [A + B(v) + C(v)^2] \cdot W \cdot T$$

де,  $F_i$ - параметр структури ґрунту, 1 для простих, 2 – для середніх та 3 для важких ґрантів, А, В та С – специфічний параметри робочого органу,  $v$  – швидкість руху операції,  $W$  – ширина робочого агрегату, м,  $T$  – глибина обробітку ґрунту м.

Ця сила залежить від ширини сільськогосподарського знаряддя і швидкості, з якою виконується дана робота. При використанні ґрунтообробного знаряддя на велику глибину додатково впливають структура ґрунту, глибина та форма сільськогосподарського знаряддя. Для визначення необхідної сили можна

спиратися на рекомендації Американського товариства сільськогосподарських і біологічних інженерів (ASABE) дані про які наведено в таблиці.

	A	B	C	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Культивація	46	2.8	0	1	0.85	0.65
Посів	500	0	0	1	1	1
Дискування	309	16	0	1	0.88	0.78
Оранка	652	0	5.1	1	0.75	0.45

Результуюче тягове зусилля - це сила, яку генерує тяговий електродвигун і передає на колеса через коробку передач і трансмісійну систему, забезпечуючи рух транспортного засобу. На величину тягового зусилля впливають основні складові такі як сила опору коченню, сила опору нахилу (градієнта), аеродинамічний опір, сила інерції (прискорення) – необхідна для подолання інерції під час розгону або гальмування, сила опору буксирування (зчіпного пристрою). Таким чином результуюче тягове зусилля можна описати виразом:

$$F_t = F_k + F_g + F_a + F_i + F_p$$

де  $F_k$  - сила опору коченню,  $F_g$  - сила опору градієнта,  $F_a$  - аеродинамічний опір,  $F_i$  - сила інерції,  $F_p$  - сила опору буксирування.

Потужність, яку генерує тяговий електродвигун для подолання цих сил, можна знайти за допомогою рівняння для механічної потужності:

$$P_{\text{мех.}} = F_t \cdot v$$

де,  $v$  - швидкість руху трактора. Ця потужність визначає механічну енергію, яку повинен надати електродвигун для подолання сил опору.

Оскільки електродвигун не є ідеальним, потрібно враховувати його ефективність. Потужність, яку споживає електродвигун, можна визначити з урахуванням коефіцієнта корисної дії ( $\eta$ ) електродвигуна:

$$P_{\text{ел.}} = \frac{P_{\text{мех.}}}{\eta}$$

Для визначення витрат електричної енергії, яку споживає тяговий електродвигун за певний проміжок часу, можна використати наступне рівняння:

$$W = P_{\text{ел.}} \cdot t$$

де,  $t$  - час, протягом якого працює електродвигун.

Цей підхід дозволяє визначити, скільки енергії споживається електродвигуном при виконанні роботи та оцінити енергоефективність роботи трактора в умовах реального використання.

## АНАЛІЗ НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл; Паляничка Н.О., к.т.н., доц; Ковальов М.К., здобувач бакалавріату, (ТДАТУ, м. Запоріжжя, Україна)

*Summary. The analysis of energy storage for low-power process systems includes the evaluation of different types of batteries, each of them has its own advantages and disadvantages that affect their use in different process.*

Системи накопичення енергії відіграють ключову роль у технологічних процесах, зокрема в малопотужних системах, таких як електроніка, IoT, портативні пристрої або автономні сенсори. Розглянемо переваги, недоліки, застосування та перспективи розвитку основних видів накопичувачів енергії.

### 1. Акумулятори (хімічні батареї)

Типи: *Літій-іонні (Li-ion):* Найпоширеніший тип завдяки високій щільності енергії; *Літій-залізо-фосфатні (LiFePO4):* Менше деградують, безпечніші; *Нікель-метал-гідридні (NiMH):* Використовуються для пристроїв із середньою потужністю.

Переваги: висока енергетична щільність, легка інтеграція в електронні системи, відносно невеликі розміри та вага.

Недоліки: обмежений термін служби (цикли зарядки-розрядки), термінальна деградація при високих температурах, екологічні проблеми утилізації.

Застосування:

- Мобільні пристрої, електроніка IoT, портативні системи з живленням.

### 2. Маховики

Маховик накопичує енергію через обертання, зберігаючи її як кінетичну.

Переваги:

- Тривалий термін служби (до 20 років).
- Висока ефективність (до 90%).
- Відсутність хімічної деградації.

Недоліки: чутливість до механічних пошкоджень, висока вартість виготовлення, обмежена енергетична щільність.

Застосування:

- Критично важливі системи з короткотривалим резервом енергії, наприклад, аварійне живлення.

### 3. Теплові акумулятори

Енергія зберігається у вигляді тепла за допомогою фазових змін матеріалів (PCM) або високотемпературного теплоносія.

Переваги: висока довговічність, простота конструкції, підходить для накопичення відновлюваної енергії.

Недоліки:

- Низька енергетична щільність порівняно з батареями.
- Втрата тепла з часом.

Застосування:



• Технологічні процеси, що потребують стабільного теплового джерела.

#### 4. Водневі паливні елементи

Конвертують хімічну енергію водню в електрику шляхом електрохімічної реакції.

##### Переваги:

- Екологічність (викиди лише вода).
- Висока щільність енергії.
- Швидке відновлення запасів (заправка воднем).

Недоліки: висока вартість виробництва водню, необхідність спеціальної інфраструктури, чутливість до якості водню.

##### Застосування:

- Портативні системи, автономні пристрої, мобільні платформи.

#### 5. Напівпровідникові накопичувачі (суперконденсатори)

Зберігають енергію у вигляді електростатичного заряду.

Переваги: надзвичайно швидке заряджання і розряджання, тривалий термін служби (мільйони циклів), стійкість до екстремальних температур.

##### Недоліки:

- Низька щільність енергії порівняно з батареями.
- Висока вартість за одиницю збереженої енергії.

##### Застосування:

• Енергозабезпечення пристроїв із короткими імпульсами споживання енергії

#### Порівняльна таблиця

Тип накопичувача	Щільність енергії	Цикли життя	Швидкість зарядки	Екологічність	Вартість
Літій-іонні батареї	Висока	500–1500	Середня	Помірна	Помірна
Маховики	Низька	20+ років	Висока	Висока	Висока
Теплові акумулятори	Низька	10–15 років	Низька	Висока	Низька
Водневі елементи	Висока	5000+	Середня	Дуже висока	Висока
Суперконденсатори	Низька	Мільйони	Дуже висока	Висока	Висока

Вибір накопичувача енергії для малопотужних систем залежить від вимог до щільності енергії, циклічності, розміру та вартості. Для тривалого живлення найкращим рішенням є літій-іонні батареї або водневі елементи. Маховики та теплові акумулятори ефективні у специфічних умовах, а суперконденсатори підходять для короткотривалих високопотужних застосувань.

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ НАСОСНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Хандола Ю.М., к.т.н, доцент; Корольов А.О., аспірант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The analysis of the operation of water supply systems under uniform, repeated short-term and uneven operating modes of pumping stations was carried out and the advantages and disadvantages of each of them were determined. It was proved that further improvement of technical and economic indicators of agricultural water supply systems is possible only by improving the regulation of the productivity of pumping units.*

Забезпечення водою споживачів у сільській місцевості має ряд особливостей, що відрізняють системи сільськогосподарського водопостачання від комунального та промислового. Основна відмінність полягає в обсягах та режимах водоспоживання, а також в умовах подачі води на пожежні потреби.

У сільському господарстві найбільшого поширення набували локальні системи, коли окремих об'єкт обслуговується власною системою водопостачання. Як правило, у цьому випадку використовуються підземні води, що не потребують очищення, а система водопостачання має один (рідше два) ступінь підйому води і найпростіше обладнання.

Для кожної системи водопостачання визначальним параметром є кількість води, що подається споживачеві за добу. Так, витрата води у локальних системах водопостачання, які обслуговують фермерські господарства, не перевищує 300 м<sup>3</sup>/добу. У групових системах, що обслуговують тваринницький комплекс та прилегле селище, витрата води може досягати 2000 м<sup>3</sup>/добу. Велика різниця у кількості споживаної води тягне за собою і якісні зміни в структурній схемі системи водопостачання, в номенклатурі устаткування, що використовується, і засобах автоматичного управління. Іншим важливим фактором, що визначає роботу систем сільськогосподарського водопостачання, є зміна водоспоживання протягом доби. При проектуванні системи водопостачання головне завдання полягає в тому, щоб за допомогою існуючих методів «пов'язати» водопостачання та водоспоживання.

Рівномірний режим роботи насоса використовується на насосних станціях першого підйому та в системах водопостачання з напірно-регулюючими ємностями великих розмірів. Зазвичай це відкриті резервуари, розташовані на височини. Рівномірний режим роботи водопідйомних установок має певні переваги, які у сільського господарства можуть грати істотну роль. До головних переваг рівномірного режиму належать: максимальний ККД установки; менша потужність насоса, оскільки його продуктивність вибирається не по максимальному, а по середньому споживанню води; можливість використання джерел з малим дебетом надходження води. У цьому випадку автоматизація насосної установки, зводиться до автоматичного пуску та зупинки насоса раз на добу і практично не має переваг перед ручним керуванням. Переваги автоматичного регулювання яскравіше виявляються там, де виникає потреба підтримувати стан процесу в жорстких технологічних режимах, при мінімальних витратах коштів та

часу. Тому в сучасних системах сільськогосподарського водопостачання, обладнаних водонапірними баштами або гідропневматичними напірними баками, де регульований об'єм малий, працездатність системи водопостачання забезпечується автоматичними системами управління. У цьому випадку регульований об'єм не перевищує 5-10% загальної ємності бака.

При зміні регульованого об'єму здійснюється регулювання роботи насосного агрегату, що працює у повторно-короткочасному режимі. Особливість такого режиму в тому, що насос постійно працює в наперед заданій, порівняно вузькій зоні характеристики Q-H, а зміна подачі води здійснюється за рахунок збільшення або зменшення частоти включень насосів в залежності від водоспоживання. Для автоматичного управління насосними агрегатами розроблено та застосовуються різні системи регулювання, вибір яких визначається конкретними умовами роботи системи водопостачання. Так, в автоматизованих насосних установках, обладнаних напірним пневмогідравлічним баком, використовується регулювання тиску, а в системах водопостачання з водонапірними вежами - регулювання за рівнем води в резервуарі. Повторно-короткочасний режим роботи насоса дозволяє забезпечувати автоматичну роботу системи водопостачання найпростішими засобами, оскільки зводиться до включення та вимкнення електродвигуна насоса за допомогою відповідних датчиків та реле. Повторно короткочасний режим роботи устаткування широко застосовується для ступінчастого регулювання подачі у великих системах сільськогосподарського водопостачання.

Однак у ряді випадків (з підвищенням протяжності мережі та втрат в ній) для реалізації повторно-короткочасного режиму роботи потрібні значні капіталовкладення на будівництво напірного резервуара та лінії зв'язку між датчиком та виконавчим пристроєм системи керування насосними агрегатами. Нерівномірний режим роботи насосного обладнання притаманний системі водопостачання без напірної ємності. У цьому випадку подача насоса в будь-який момент відповідає водоспоживанню, а напір, потужність, що споживається, та ККД насосної установки змінюються в широких межах. Як видно з характеристик спільної роботи відцентрового насоса і трубопроводу, ця система здатна до саморегулювання, так як насос працює в режимі стеження за витратою. Однак робота з таким регулюванням економічна лише для споживачів із малою нерівномірністю водоспоживання. Для більшості систем сільськогосподарського водопостачання, коли коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання становить значну величину і характеристика трубопровідної мережі протягом доби змінюється досить різко, відбувається суттєве погіршення економічних показників роботи насосного обладнання. Значна частина часу насос не працює в номінальному режимі, а «переминає» воду, марно витрачаючи електроенергію.

Системи водопостачання з постійно діючими нерегульованими насосами не набули поширення в сільській місцевості через недостатню надійність енергопостачання та швидке зношування насосів. Але подібні системи водопостачання мають одну незаперечну перевагу, яка змушує працювати над їх удосконаленням - це відсутність напірно-регулюючої ємності.

Створені та успішно експлуатуються автоматизовані насосні установки, в яких необхідна зміна подачі насоса досягається шляхом зміни частоти обертання робочого колеса. Такий метод регулювання особливо ефективний для насосів з круто-падаючою характеристикою Q-H, так як у цьому випадку виходить широкий діапазон регулювання витрати при незмінному тиску. Регулювання продуктивності насоса шляхом зміни числа обертів робочого колеса знаходить застосування на водонапірних станціях другого підйому. Для зміни подачі занурювальних насосів цей метод не застосовується, через вузьку зону регулювання, внаслідок великих значень геометричного напору.

Для підтримання необхідної продуктивності найчастіше застосовують метод ступінчастого або плавного регулювання відцентрових насосів. Ступінчасте регулювання здійснюється шляхом включення або відключення насосів, що працюють на загальний трубопровід. Плавне регулювання продуктивності досягається зміною частоти обертання робочого колеса насосного агрегату. У сільськогосподарському водопостачанні ступінчасте регулювання зазвичай застосовують для поверхневих насосів на станціях другого підйому, причому з метою підвищення ККД насосної станції та скорочення витрати електроенергії рекомендується встановлювати два робочі насоси і один резервний. Насоси вибирають відповідно до водоспоживання, виходячи з наступних співвідношень: один робочий і резервний насоси повинні мати продуктивність не менше чим витрати води в години найбільшого водоспоживання, другий робочий насос повинен забезпечувати подачу при мінімальному водоспоживанні. Пуск і відключення електродвигунів насосів здійснюється за допомогою звичайної електричної схеми, в якій як чутливий елемент використовується перетворювач тиску.

В даний час, коли найбільш трудомісткий процес підйому води в основному механізований, за рахунок широкого впровадження різних видів насосного обладнання, подальше підвищення техніко-економічних показників роботи систем сільськогосподарського водопостачання можливе лише вдосконаленням регулювання продуктивності насосних установок. При розробці режимів роботи насосних станцій головною вимогою є забезпечення подачі необхідної кількості води при заданому тиску та мінімальній витраті електроенергії. Досягається це різними способами регулювання насосних агрегатів, які працюють у одному з розглянутих режимів.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Синявський О. Ю. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко, І. П. Ільчов, Ю. М. Хандола. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. – 586с.

2. Шадура В. О. Водопостачання та водовідведення: навчальний посібник / В.О. Шадура, Н.В. Кравченко. Вид. 2-ге, перероб. і допов. – Рівне: НУВГП, 2023. – 385с.

УДК 544.6.018

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЛІЗЕРІВ ПРИ  
ОТРИМАННІ ЗЕЛЕНОГО ВОДНЮ.**Котенко Д.А., аспірант відділу енергетичних машин,  
[dima.kotenko.96@gmail.com](mailto:dima.kotenko.96@gmail.com)Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного  
Національної академії наук України, м. Харків, Україна

*Production of green hydrogen remains a more expensive procedure compared to fossil hydrogen production. The report examines a method for reducing hydrogen production costs by using multiple electrolyzers with an optimized startup sequence. Special attention is given to the use of a genetic algorithm to determine a startup sequence that minimizes the costs associated with mitigating fluctuations in a renewable energy source.*

Отримання зеленого водню все ще залишається процедурою дорожчою за отримання викопного водню. Найпоширеніший метод отримання зеленого водню – електроліз води, що потребує достатніх обсягів електроенергії. Якщо джерел електроенергії не вистачає, це може спричинити додаткове навантаження на енергосистему, особливо в пікові періоди споживання. У випадку зеленого водню це особливо актуально оскільки флуктуації на відновлювальному джерелі будуть впливати на кількість отриманого водню і можливої повної зупинки виробництва через перенавантаження.

Застосування декількох (однотипних чи різнотипних) електролізерів які працюють одночасно, але з правильно визначеною чергою запуску дозволяє зменшити пікову спожиту напругу та отримати рівніший режим споживання напруги що дозволяє зменшити втрати необхідні на подолання проблем флуктуацій на відновлювальних джерелах живлення (менша кількість акумуляторів, трансформаторів, фотоелектричних панелей).

За для розв'язання задачі пошуку оптимальної черги запуску було розроблено алгоритм який складається з етапів створення конфігурації, використання генетичного алгоритму за для пошуку оптимальної черги запуску електролізерів, оцінка результатів.

На етапі оцінки конфігурації необхідно визначити кількість електролізерів які будуть використані для отримання водню.  $\bar{A}f$  — вектор функцій які описують зміну спожитої потужності для кожної установки з системи. На кожен електролізер необхідно визначити функцію спожитої потужності у момент часу  $Af(t)$ . Під час практичного застосування алгоритму спожита напруга була задана у табличному вигляді й програмно апроксимована рядами Фур'є.

На наступному етапі відбувається пошук оптимальної черги запуску.

$Sf(t, \bar{A}f, \bar{I}, \bar{\omega}, n) = \sum_{i=0}^n Af_i(t + \omega_i)$ , - функція, що характеризує витрати

(потужність) системи в певний момент часу, далі  $Sf$ , де  $n$  — кількість електролізерів,  $\bar{\omega}$  — черга запуску старту кожної установки.

$Of(\overline{Af}, \overline{\varpi}, n)$  — функція оцінки певної конфігурації системи.

$$Of(\overline{Af}, \overline{\varpi}, n) = \max_{t \in [0, 2\pi]} (Sf(t, \overline{Af}, \overline{\varpi}, n)).$$

$F(\overline{Af}, M, n, k)$  — оціночна функція, за допомогою якої виконується оптимізація.

$$F(\overline{Af}, M, n, k) = \min_{i \in [0, k]} (Of(\overline{Af}, M_i, n))$$

$\min F(\overline{Af}, M, n, k)$  — цільова функція.

Генетичний алгоритм має стабільні результати і є ефективним для пошуку глобального оптимуму, в той час, як традиційні методи оптимізації можуть зупинятися на локальних мінімумах і вимагати додаткових налаштувань для досягнення оптимального розв'язку.

Третій етап це порівняння результатів не оптимізованої конфігурації (або ж конфігурації з одного електролізера) з результатами отриманими при оптимізованому використанні декількох електролізерів. 1 електролізер при виробництві 50 кг водню на годину матиме пікову спожиту потужність 2287 кВт і не постійне споживання електроенергії. Для постійного підтримання такої споживаної потужності необхідно 5720 панелей, або менша кількість, але з акумуляторами які будуть зберігати електрику для пікових витрат. При використанні 5 електролізерів оптимізована пікова потужність складає 1443 кВт. Для цього треба 3610 панелей і при цьому спожита потужність є стабільною. Кількість необхідних ресурсів на виробництво водню зменшилось на майже 37 відсотків.

#### Література.

1. El-Shafie, M. (2023). Hydrogen production by water electrolysis technologies: A review. *Results in Engineering*, 20, 101426. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101426>
2. Solovey, V. V., Zipunnikov, M. M., & Shevchenko, A. A. (2015). Investigation of the efficiency of electrode materials in electrolysis systems with a separate gas generation cycle. *Problems of Mechanical Engineering*, 18(2), 72–76.
3. Bansal, J. C., Bajpai, P., Rawat, A., & Nagar, A. K. (2023). Sine cosine algorithm for optimization. *SpringerBriefs in Computational Intelligence*. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-9722-8>
4. Axelrod, R. (2025). Genetic algorithm. *Wikipedia*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_algorithm). Accessed January 29, 2025.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ІЗ СЕС ЗА ДОПОМОГОЮ REOPT WEB TOOL

Мороз О.М., д.т.н., проф., e-mail: [moroz.an@ukr.net](mailto:moroz.an@ukr.net);

Котляр О.А., магістрант, e-mail: [kotliaroleksandr007@gmail.com](mailto:kotliaroleksandr007@gmail.com)

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The thesis discusses the use of the REopt platform to determine the economic performance of projects, such as net present value (NPV) and life cycle cost (LCC). This is done using inputs including the financial life of the project, discount rate, electricity price growth rate, tax rates and annual inflation for operation and maintenance costs.*

У зв'язку зі збільшенням об'ємів використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) виникла необхідність розробки різних програмних продуктів, які б дозволяли провести техніко-економічний аналіз проектів з ВДЕ для визначення їх оптимальних параметрів. Одним із таких продуктів є платформа підтримки прийняття техніко-економічних рішень REopt [1] розроблена дослідниками Національної лабораторії відновлюваної енергії (National Renewable Energy Laboratory – NREL) США для оптимізації енергетичних систем, в тому числі і для локальних електричних систем (ЛЕС). REopt визначає оптимальне поєднання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), традиційних технологій генерації, зберігання електричної енергії та її використання з метою економії витрат та енергоефективності.

Вхідними даними для дослідження економічних показників проекту є фінансовий термін життя проекту в роках, дисконтна ставка усіх майбутніх витрат і заощаджень після сплати податків, очікувані річні темпи зростання ціни на електроенергію протягом фінансового життя системи. Також необхідними вхідними параметрами є відсоток доходу, який йде на податки та номінальний очікуваний річний темп інфляції на витрати експлуатації та технічного обслуговування O&M (Operation and Maintenance) протягом фінансового життя системи. Основними економічними показниками, що розглядаються в REopt, є NPV та LCC. NPV (Net Present Value) або чиста приведена вартість, — це фінансовий показник, який використовується для оцінки економічної ефективності інвестиційних проектів. Він відображає різницю між приведеною вартістю грошових потоків (надходжень) і приведеною вартістю інвестицій (витрат) за певний період часу. NPV показує, наскільки прибутковим є проект з урахуванням вартості грошей у часі. LCC (Life Cycle Cost), або вартість життєвого циклу, — це метод аналізу, який враховує всі витрати, пов'язані з продуктом, системою чи проектом протягом усього його життєвого циклу — від початку розробки до утилізації. Цей підхід дозволяє оцінити загальну економічну ефективність, враховуючи як початкові витрати, так і майбутні експлуатаційні витрати.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. REopt: Renewable Energy Integration & Optimization. URL: <https://www.nrel.gov/reopt>.

## STATE OF ENERGY AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGIES IN UKRAINE

Dudnikov S. M., Ph.D., associate professor, Моголівець А.С., master's student,  
(SBTU, Kharkiv, Ukraine)

State Biotechnological University

*Представлено сучасний стан та пропозиції щодо відновлення паливно-енергетичного комплексу України.*

Ukraine's power infrastructure suffered over 60% destruction during the large-scale invasion. In the first eight months of 2024 alone, total losses in power generation exceeded 9 GW. The largest decline in production capacity was recorded in the field of heat and hydrogeneration, as reported by the Minister of Energy of Ukraine Herman Galushchenko [1]. Therefore, Ukraine is forced to import up to 4.6 billion cubic meters of natural gas before the start of the next heating winter period, November 1, 2025. This was reported by Dmytro Abramovich, a member of the board of Naftogaz Group.

Significant damage to thermal power plants contributes to the introduction of modern approaches to energy production using low-carbon technologies [2].

The main principles of the state strategy in the field of renewable energy sources are, first of all,:

- increasing the volume of energy production and consumption;
- improving the local and global state of the environment

Renewable energy sources can be the basis for rebuilding the energy system of Ukraine. Thus, only the technically achievable energy potential of biomass in Ukraine, according to BAU estimates, is estimated at the equivalent of 26 billion cubic meters of gas, [3].

According to the National Renewable Energy Action Plan for the period up to 2030, Ukraine aims to achieve at least a 27% share of renewable energy, which will strengthen the country's energy and economic autonomy, reduce dependence on imports of traditional energy carriers, reduce greenhouse gas emissions, contribute to environmental protection, and reduce the energy intensity of the gross domestic product.

### List of references

1. Розпорядження від 13 серпня 2024р. № 761-р .Про затвердження Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text>

2. Renewable Energy Progress Tracker Explore electricity, heat and transport data from Renewables 2023 Last updated 11 Jan 2024. Available at: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>

3. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України: Видання третє, оновлене/за заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. – 56 с. [https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/atlas\\_2024\\_publication.pdf](https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/atlas_2024_publication.pdf)



## ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕС

М.С. Мотайло, аспірант, ДБТУ, Харків, e-mail [maksim.motaylo@gmail.com](mailto:maksim.motaylo@gmail.com)

О.М. Мороз, д.т.н., проф., ДБТУ, Харків, e-mail [moroz.an@ukr.net](mailto:moroz.an@ukr.net)

*The study analyses the impact of PV orientation and tilt angle on SPP generation in the context of the Net Billing mechanism. The modelling results show that the eastern orientation of PV modules with an angle of 50° increases morning generation by 3.3 times, which is beneficial for selling energy at high peak prices. Optimisation of these parameters allows us to maximise Net Billing revenue, taking into account the dynamics of market prices and seasonal changes in SPP performance.*

Стрімкий розвиток відновлювальної енергетики, інтеграція енергетичної системи України з європейським ринком електроенергії потребує сучасних механізмів для оптимізації генерації електроенергії. Одним із таких механізмів є Net Billing, який призначений для заміни «зелених» тарифів на більш ринковий механізм, де власники сонячних електростанцій (СЕС) отримують грошову компенсацію лише за надлишки електроенергії поданої в мережу на ринкових умовах.

Вартість електричної енергії на ринку постійно змінюється, так за даними Оператора ринку [1] 22.03.2025 р вартість електричної енергії на 7 годину становила 5244,57 грн/МВт·год, на 13 годину – 320 грн/МВт·год, а на 19 годину – 8400 грн/МВт·год. На рисунку 1 наведено графік середніх погодинних цін за електроенергію у 2024 році, в денні години. Спостерігається тенденція до збільшення вартості електричної енергії у ранкові та вечірні пікові години, і зменшення вартості у години максимальної генерації сонячних електростанцій.

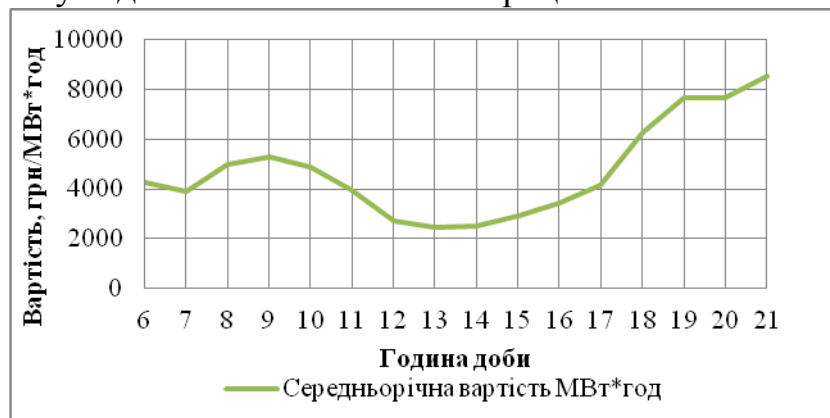


Рисунок 1 – Графік зміни середньої вартості електричної енергії протягом року на РДН

Тому важливим питанням активного споживача є визначення годин продажу електроенергії в мережу та годин споживання згенерованої енергії СЕС, що можливо вирішити за рахунок оптимізації графіків споживання та генерації.

Генерація СЕС має стохастичний характер протягом світлового дня, але максимальна генерація спостерігається у полуденні години при орієнтації поверхні фотоелектричних модулів (ФЕМ) на південь. При зміні орієнтації поверхні ФЕМ на схід або захід спостерігається зміщення годин максимальної генерації СЕС. Значний вплив на генерацію станції має кут нахилу ФЕМ відносно повер-

хні землі, оптимальний кут нахилу можливо визначити за допомогою програми PVGIS [2]. Для орієнтовного визначення оптимального кута нахилу модулів в умовах України необхідно від широти місцевості розміщення СЕС відняти  $15^\circ$ , наприклад, для Харкова –  $50^\circ - 15^\circ = 35^\circ$ .

Для збільшення генерації СЕС у ранкові години, коли ФЕМ зорієнтовані на схід, необхідно збільшити кут нахилу модулів до  $40-50^\circ$ , в результаті чого на поверхні ФЕМ буде потрапляти більше сонячного випромінювання і, відповідно, ранкова генерація збільшиться, але денна генерація зменшиться. Подібний кут нахилу є доцільним при орієнтації модулів на захід, внаслідок чого генерація у збільшиться вечірні години.

Дослідження впливу орієнтації поверхні ФЕМ на режими роботи СЕС потужністю 30 кВт було проведено за допомогою програми System Adviser Model [3]. Дослідження проводилось при кутах нахилу поверхні ФЕМ  $50^\circ$  і азимутах  $100^\circ$ ,  $130^\circ$  і  $160^\circ$  та куті  $30^\circ$  і азимуті  $180^\circ$  (орієнтація на південь). Для дослідження був обраний день з нульовою хмарністю (2 липня), результати дослідження приведені на рис. 2.

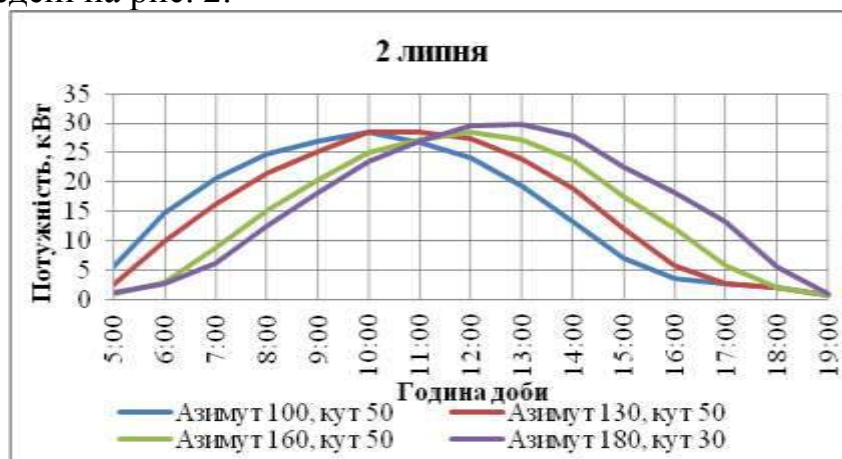


Рисунок 2 – Графіки потужностей СЕС при різних кутах нахилу та азимутах розміщення ФЕМ

Аналіз графіків потужності показує, що при азимуті  $100^\circ$  і куті нахилу ФЕМ  $50^\circ$  потужність СЕС о 7:00 буде становити 20 кВт, в той час як при азимуті  $180^\circ$  і куті нахилу  $30^\circ$  потужність СЕС буде 6 кВт, тобто потужність при орієнтації станції на схід буде більшою у 3,3 рази, що дозволить отримати більше коштів за рахунок більшої ціни на електроенергію у пікові години. Потужність СЕС о 13:00 буде відрізнятися 1,5 разів, але ціна електроенергії у ці години буде низькою. При дослідженні економічних параметрів СЕС за механізмом Net Billing потрібно також враховувати, що при кутах нахилу модулів  $50^\circ$  ефективність генерації СЕС взимку збільшується, але загальна потужність станції може знизитись. Тому це питання потребує подальших досліджень.

#### Список літератури

1. Результати торгів РДН. URL: <https://surli.cc/qotzdj>.
2. Photovoltaic Geographical Information System. URL: <https://tinyurl.com/2pnwem9t>.
3. System Advisor Model (SAM). URL: <https://sam.nrel.gov/>.

## ПОТЕНЦІАЛ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ОСНОВІ ОСМОСА: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл; Новосельський Я.Б., здобувач бакалавріату  
(ТДАТУ, м. Запоріжжя, Україна)

*Summary. The analysis of energy storage for low-power process systems includes the evaluation of different types of batteries, each of them has its own advantages and disadvantages that affect their use in different process.*

Забезпечення конкурентоздатності продукції в галузі харчової та переробної галузі господарства України передбачає зниження вартості енергетичної складової ціноутворення. Для цього необхідно реалізовувати широкий комплекс заходів, спрямованих на дослідження та впровадження альтернативних джерел енергії, до одних з яких належать електростанції на основі явища осмосу. Попит на їх розвиток та впровадження обумовлений зростаючим попитом на відновлювані джерела енергії, а також тим, що осмотичні електростанції (ОЕ) являють перспективний з точки зору потенціалу напрямок у галузі альтернативної енергетики.

Метою написання тез доповіді є оцінка потенціалу впровадження ОЕ та проведення аналізу існуючих проблем та перспектив розвитку технології.

Основні принципи роботи осмотичних електростанцій

### 1. Теоретичні основи осмосу

- Осмос як фізичний процес: рух розчинника через напівпроникну мембрану.
- Осмотичний тиск, який виникає за рахунок різниці солоності морської та прісної води і його використання для виробництва електроенергії.

### 2. Технологічні рішення

- Реверсний осмос
- Осмотичне розширення
- Використання мембран спеціальної конструкції.

Потенціал осмотичних електростанцій

### 1. Економічний потенціал

- Вартість виробництва енергії:
  - Осмотичні електростанції: \$100-\$200 за МВт·год.
  - Вітрова енергія: \$20-\$50 за МВт·год.
  - Сонячна енергія: \$30-\$60 за МВт·год.
  - Гідроенергія: \$50-\$100 за МВт·год.

Окремо слід окреслити переваги використання ОЕ в прибережних районах. Їх використання обумовлює можливість ефективного використання солоної та прісної води для генерування електроенергії. Електростанції, принцип дії яких ґрунтується на використанні явища осмосу позбавлені парникового ефекту. До того ж на відміну від вітрової, або хвильової енергетики, використання різниці солоності двох рідин являє собою більш ефективне джерело енергії з огляду на передбачуваність (прогнозованість) ресурсу.

## 2. Екологічний аспект

- Низький вплив на навколишнє середовище.
- Використання солоної та прісної води як джерела енергії, що зменшує

викиди парникових газів.

## 3. Інфраструктурний розвиток

- Можливість інтеграції з існуючими енергетичними системами.
- Розробка нових інфраструктурних проектів для підтримки ОЕ.

### Проблеми впровадження осмотичних електростанцій

#### 1. Технологічні виклики

- Розробка ефективних та надійних мембран.
- Стійкість мембран до забруднень та механічних пошкоджень.

#### 2. Економічні бар'єри

- Висока вартість початкових інвестицій: \$5000-\$7000 за кВт встановленої потужності.

- Необхідність державної підтримки та субсидій.

#### 3. Екологічні та соціальні виклики

- Потенційний вплив на морські екосистеми.
- Суспільне сприйняття нових технологій.

### Перспективи розвитку осмотичних електростанцій

#### 1. Інноваційні технології

- Розробка нових матеріалів для мембран.
- Вдосконалення технологій очищення води.

#### 2. Міжнародне співробітництво

- Обмін досвідом між країнами.
- Спільні проекти та дослідження.

#### 3. Державна політика та регулювання

- Прийняття нормативно-правових актів для підтримки ОЕ.
- Інвестиції у наукові дослідження та розробки.

### Рекомендації

- Підвищення інвестицій у дослідження та розвиток осмотичних технологій.

- Стимулювання міжнародного співробітництва та обміну досвідом.

- Підтримка державних програм та політик, спрямованих на розвиток ОЕ.

### Висновок щодо потенціалу ОЕ.

- Осмотичні електростанції мають значний потенціал для розвитку як відновлюваного джерела енергії.

- Технологія потребує подальших досліджень та вдосконалень для подолання існуючих проблем.

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ГЕНЕРАЦІЇ СЕС З ДВОМА ПІДМАСИВАМИ PV МОДУЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ SAM

Мороз О.М., д.т.н., проф., e-mail: [moroz.an@ukr.net](mailto:moroz.an@ukr.net);

Опаленік А.В, бакалавр [tolyanopalenik@gmail.com](mailto:tolyanopalenik@gmail.com)

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Research conducted with the help of SAM software on the generation modes of a household's rooftop PV system and consisting of two sub-arrays of five PV modules, one oriented to the east and the other to the west. The results of the study showed that the SPP generation will be uniform during daylight hours.*

Сонячні електростанції (СЕС) як правило будуть з метою отримання найбільших об'ємів денної генерації, тобто з орієнтацією на південь (азимут  $180^{\circ}$ ), але таке розміщення не є оптимальним з точки зору використання для власних потреб та продажу електроенергії за програмою «активний» споживач, оскільки ціни на ринку електричної енергії суттєво зменшуються у години активної генерації СЕС. Так, наприклад, 20 березня 2025 року ціна електроенергії на ринку на добу наперед о 14:00 склала 1,498 грн/кВт\*год, тоді, як о 9:00 ціна була 3,894, а о 17:00 4,135 грн/кВт\*год [1].

Для зміщення періодів генерації СЕС на ранкові та вечірні години доцільно масив фотоелектричних модулів (ФЕМ) станції встановлювати із 2-х підмасивів з орієнтацією одного підмасиву на схід, а іншого на захід. Для дослідження режимів генерації СЕС домогосподарства, яка розміщена в м. Кропивницький, були проведені моделювання за допомогою програми SAM [2]. Результати моделювання приведені на рисунках 1 і 2.

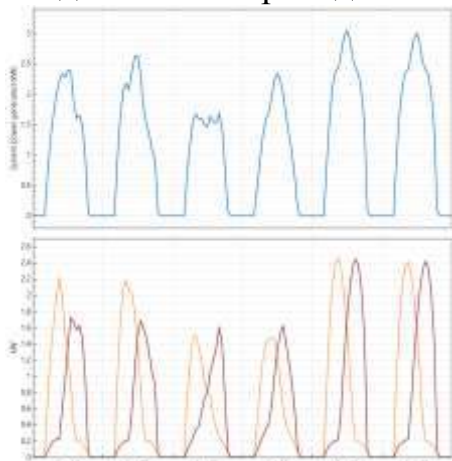


Рисунок 1 – Генерація СЕС (верх) та підмасивів ФЕМ (низ) у червні

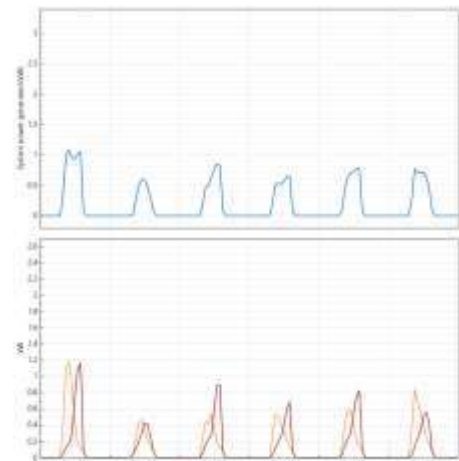


Рисунок 2 – Генерація СЕС (верх) та підмасивів ФЕМ (низ) у грудні

Як видно генерація СЕС стала більш рівномірною протягом дня за рахунок того, що підмасив ФЕМ, які орієнтовані на схід, починають генерацію раніше і пік генерації відбувається о 10:00, а пік генерації підмасиву, орієнтованого на захід, відбувається о 15:00.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Результати торгів РДН. URL: <https://surl.li/bawjot>.
2. System Advisor Model. URL: <https://sam.nrel.gov/>.

## УМОВИ ВИБОРУ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСА ВІД ВІТРОУСТАНОВКИ

Хандола Ю.М., к.т.н, доцент; Островерх Є.В., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The possibility of stable operation of the electric drive of the BK 2/60 pump during the period of field reclamation from a battery and a wind power plant with a FLAMINGO AERO – 6.7 wind turbine was considered.*

Акумуляторна батарея (АБ) призначена для акумулювання електричної енергії, яка надходить від вітроелектроустановки (ВЕУ), та віддавання накопиченої енергії у випадку коли вітрогенератор не задовольняє потреби споживача.

Для попереднього розрахунку необхідної ємності АБ, необхідно керуватись наступними правилами: ємність, яку має видавати АБ розраховується, виходячи з кількості електроенергії Вт·год, споживається від АБ в режимі розряду. Значення кількості електроенергії розраховується, виходячи з навантаження та режимів роботи (тобто, коли і скільки буде працювати навантаження даної потужності, протягом певного періоду часу, наприклад, дня або тижня).

Основними споживачами в господарстві є насосна станція для зрошення полів та побутові прилади. Денний максимум навантаження приймаємо  $P_{\max} = 3\text{кВт}$ , це номінальна потужність електродвигуна насоса.

Також необхідно визначити тривалість безперервного автономного живлення електроспоживачів від АБ. Він полягає в розрахунку кількості годин часу, протягом якого повністю заряджена АБ, що була підключена до випрямляча напруги та автоматично переключена до інвертора напруги для живлення електроспоживачів при зникненні вітру, забезпечать надійне живлення струмом розряду АБ, що відповідає потужності споживачів. При цьому процес розряду триває до досягнення мінімально-допустимого ступеня зарядженості, рівного 50% від номінальної ємності, при якій блок системи керування за сигналом датчика розряду відключає споживачів від інвертора напруги. Для розрахунку тривалості процесу розряду батареї необхідно визначити величину струму розряду АБ, при якій забезпечується живлення електроспоживачів потрібною потужністю з урахуванням ККД інвертора напруги та напруги початку розряду групи АБ із заданою температурою електроліту та ємністю накопиченої в цій групі АБ електроенергії, яку АБ спроможні віддати електроспоживачам з урахуванням мінімально-допустимого ступеня зарядженості.

Основним споживачем являється насосна установка, яка здійснює зрошення полів у деякий період доби. Максимальний полив відбувається в серпні, коли овочі досягають та набирають воду. На онові метеорологічних сайтів був проведений аналіз швидкості вітру протягом доби в серпні. В основному швидкість вітру в нашому регіоні більше 3 м/с, але були декілька днів, коли швидкість зменшувалась до 1 – 2 м/с протягом 4 – 6 годин. Відповідно необхідно вибрати таку АБ, яка забезпечить надійне живлення насосної станції протягом цього часу. На основі аналізу графіків розряду різних АБ та їх технічних характеристик при навантаженні 3 кВт, вибираємо АБ PzS 625 ємністю 625 А·год,

яка складається з 24 акумуляторів по 2 В кожна, при навантаженні на АБ PzS 625 струмом 70 А тривалість розряду до мінімально допустимої напруги буде становити 7 годин.

Зазвичай батареї PzS поставляють сухозарядженими, потім їх заливають електролітом і додатково підзаряджають перед використанням. Пластини вже сформовані й за спеціальною методикою захищені від окислення. Вони можуть зберігатися без зниження властивостей до двох років.

Згідно ДСТУ, на свинцево-кислотних стаціонарних батареях акумулятор не можна експлуатувати далі, якщо його місткість зменшилась на 20%, тобто стала 80% від початкового значення. Проте, при побутовому застосуванні, споживачам малої потужності їх можна використовувати і далі.

Також необхідно враховувати кількості циклів розряду залежно від того, до якої міри їх розряджають. Виробник гарантує, що при падінні ємності на 20%, акумулятор витримує до 9000 циклів до заміни.

Для довготривалого використання акумуляторів потрібний і повний, 100% заряд, який важко отримати в умовах, якщо мережі 220В немає взагалі. В нашому випадку для заряду використовується ВЕУ FLAMINGO AERO - 6,7 номінальний струм якої становить 80А.

Перший ступінь заряду від ВЕУ відбувається протягом перших 5 годин і заряджає АБ, відповідно, на 80%. Але щоб зарядити АБ на всі 100%, необхідно заряджати їх ще довше, як мінімум протягом 5 – 6 годин, причому в АБ передається лише 20% енергії. Виходить, що для 100% заряду АКБ потрібно, щоб ВЕУ працювала як мінімум 10 – 11 годин (причому останні 6 годин, якщо не навантажувати її додатковими навантаженнями, – практично вхолосту). Нехай це буде не щодня, а хоча б раз на тиждень, проте подібний 100% заряд буде корисний. Інший варіант – це хоча б раз у місяць проводити 13 годинну 100% зарядку, а решту часу обмежуватися 80% зарядом.

На основі метеорологічних даних, які показують, що середня швидкість вітру в Харківській області 3,4 м/с, графіків заряду-розряду акумуляторної батареї та технічних характеристик насосної станції можна зробити висновок, що вітроелектростанція з вітроустановкою FLAMINGO AERO – 6,7 буде виробляти достатньо електроенергії для безперервної роботи електроприводу насосу ВК 2/60 в період проведення меліорації.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Півняк Г. Основи вітроенергетики: підручник / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Циценков – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.
2. Компанія «Енерголідер» забезпечення електрообладнанням. Електронний ресурс. Режим доступу: [http://energolider.com.ua/good\\_show/530.html](http://energolider.com.ua/good_show/530.html)

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕНТИЛЬНИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЗАПОРНОЇ АРМАТУРИ

Хандола Ю.М., к.т.н, доцент; Пасмор Ю.В., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The feasibility of using valve motors, with excitation from high-energy permanent magnets, in electric actuators of shut-off valves to improve their technical and economic indicators is substantiated. Such motors have good technological characteristics compared to asynchronous electric machines, and the drive based on the valve motor is not inferior in terms of control properties to drives with DC collector motors.*

У технологічних процесах іноді необхідно точно дозувати подачу робочої речовини трубопроводами. Звідси висуваються підвищені вимоги до точності дозування технологічних компонентів, надійності та ресурсу обладнання. Але існують такі ділянки роботи, де доступ людині заборонено через підвищену загазованість приміщення, радіаційне шкідливе випромінювання, підвищену вологість, температуру, тиск. Тому необхідно впроваджувати автоматичне керування запірною арматурою. Автоматичне керування здійснюється за допомогою різних приводів: електричного, гідравлічного, пневматичного. Станом на сьогодні найбільшого поширення набули приводи з електричним управлінням.

При використанні, в якості електромеханічного перетворювача енергії, вентильних двигунів з великим крутним моментом можна отримати безредукторну конструкцію. З розвитком електроніки з'явилося багато простих, надійних та дешевих електронних пристроїв – перетворювачів напруги. Вихідну напругу будь-якої амплітуди та частоти, яка необхідна для управління електродвигуном, можна отримати практично з будь-якої вхідної напруги. Нестандартна напруга живлення для певного типу електричної машини накладає додаткове, але не дуже суттєве збільшення кількості електронних компонентів. Багатооборотні та неповнооборотні електроприводи виготовляються спеціально для певного типу засувки. Необхідно додати, що для більшої уніфікації краще застосувати один тип електроприводів для управління багатооборотними (вентилі) та неповнооборотними (кульові крани) запірними елементами.

Режим роботи електропривода (ЕП) складається із двох основних команд: «відкрити-закрити» та зупинка в заданому кутовому положенні. Якщо потрібно тільки «відкрити-закрити», то найпростіший ЕП складатиметься з асинхронного двигуна, редуктора та дешевої системи управління. Якщо ж потрібно встановити засувку в потрібне кутове положення, то необхідний зовнішній датчик кута або застосування ЕП двигун якого має внутрішній датчик кута. Щоб забезпечити режим роботи, необхідний для технологічного процесу, а особливо переведення засувки запірної арматури в задане проміжне положення, в конструкції електроприводу повинен бути датчик кута, а який буде це датчик - слід виходити з виду застосованого електродвигуна та вимог, які висуваються замовником.

В якості електромеханічного перетворювача енергії в електроприводах



запірної арматури (ЕПЗА) найбільшу поширеність набули асинхронні двигуни. Також застосовуються двигуни постійного струму і набагато рідше спеціальні типи синхронних машин - вентильні двигуни. Недоліки перших двох типів двигунів: підвищений знос рухомих частин; для точного відпрацювання завдання потрібен зовнішній датчик кута. Всіх цих недоліків можна уникнути, якщо в якості виконавчого елемента використовувати тихохідні вентильні двигуни з великим крутним моментом (ВДМ), із збудженням від постійних магнітів. Ці електроприводи побудовані за традиційною схемою, на основі асинхронного двигуна та механічного редуктора. Вони містять муфту граничного моменту, рукоять ручного обертання, механічний або електронний блок кінцевих вимикачів; останні розробки також можуть включати до свого складу електронний інтелектуальний модуль управління. Зазначимо деякі недоліки: наявність редуктора та пов'язані з ним недоліки; наявність механічних або електронних блоків кінцевих вимикачів не зможе забезпечити поворот засувки на заданий кут, можливо лише два положення – отвір повністю відкритий або повністю закритий; наявність електронного інтелектуального модуля управління дозволяє здійснити поворот на заданий кут, але при цьому необхідно розмістити необхідні датчики (кута, струму) і сам модуль управління в корпусі, через що реалізація приводу виявляється складною та дорогою.

Також випускаються тихохідні реактивні електродвигуни, які дозволяють суттєво збільшити надійність та знизити вартість електроприводів автоматичних запірних систем. Тихохідний електродвигун з великим крутним моментом управляє запірним клапаном через привод гвинт-гайка. Вбудований мікропроцесорний блок дозволяє програмувати закони керування електроприводом. Електроприводи можуть поставлятися з лінійним або дискретним датчиком положення запірного клапана. До переваг такого двигуна можна віднести: відсутність механічного редуктора; інтелектуальна система управління. До недоліків: використання лінійного датчика положення запірного клапана, за допомогою якого електропривод фіксує будь-яке проміжне становище клапана, збільшує вартість ЕП; гучна робота ЕП. За кордоном також випускають тихохідні електродвигуни з великим крутним моментом, але вони мають високу вартість.

Досить перспективним є застосування тихохідних вентильних двигунів з великим крутним моментом зворотної конструкції. ВДМ є трифазним синхронним двигуном із зубчастим статором та збудженням від постійних магнітів на роторі. Є кілька переваг ВДМ, які дозволяють створити систему управління з мінімальними витратами: вентильний двигун із збудженням від постійних магнітів, при відносно невеликому об'ємі та масі може розвивати потрібний електромагнітний момент; момент такого двигуна в робочому діапазоні пропорційний середньому струму якоря; до складу ВДМ входить датчик положення ротора з дискретністю отримання інформації, що дорівнює тривалості міжкомутаційного інтервалу, тому без використання додаткових інформаційних датчиків ми можемо отримати інформацію про кутове положення ротора.

Вважається, що вентильні двигуни із збудженням від високоенергетичних постійних магнітів на сьогоднішній день залишаються найбільш перспективни-

ми з усіх типів електродвигунів, які застосовуються у сучасних регульованих електроприводах малої та середньої потужності. Це пояснюється цілим рядом конструктивних і техніко-експлуатаційних переваг двигуна, в порівнянні з існуючими типами електричних машин, до яких можна віднести: безконтактність та відсутність вузлів, що потребують обслуговування; відсутність у вентильних електродвигунів ковзаючих електричних контактів, що суттєво підвищує їх ресурс та надійність у порівнянні з електричними двигунами постійного струму або асинхронними двигунами з явно вираженою обмоткою на роторі; велика перевантажувальна здатність за моментом; висока швидкодія; високі енергетичні показники (ККД та  $\cos\phi$ ), ККД вентильних двигунів перевищують 90% і дуже мало змінюється при зміні навантаження та при коливаннях напруги мережі живлення; вентильні двигуни забезпечують значно вищий коефіцієнт корисної дії на малих швидкостях, ніж асинхронні двигуни; мінімальне значення струмів холостого ходу та робочих струмів, що дозволяє досить точно вимірювати навантаження на приводі та оптимізувати режим роботи; практично необмежений діапазон регулювання частоти обертання (1:10000 і більше) та можливість регулювання частоти обертання за різними законами; у вентильних двигунів більш проста схема комутатора і системи управління порівняно з асинхронним частотно-регульованим електроприводом; не значне нагрівання вентильного електродвигуна збільшує термін служби електроприводу, оскільки збільшується ресурс ізоляційних матеріалів, які працюють за нижчих температур; можливість працювати в нестандартних режимах з можливими перевантаженнями; мінімальні масогабаритні показники за інших рівних умов; значний термін служби, надійність. Ресурс електродвигуна та всього агрегату збільшується також за рахунок можливості оптимізації режимів роботи зі швидкості та навантаження.

До основних недоліків ВДМ відносяться підвищена маса порівняно з редукторним варіантом і висока вартість. Однак конструкція та матеріали, що використовуються для виготовлення електродвигунів, постійно удосконалюються, і в майбутньому ці недоліки можуть бути усунені.

Застосування вентильних двигунів, із збудженням від високоенергетичних постійних магнітів, в електроприводах запірної арматури, дозволить точно дозувати подачу робочої речовини трубопроводами, суттєво підвищити їх ресурс та надійність, а за рахунок високих енергетичних показників знизити споживання електроенергії.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ткачук В.І. Гайдук В.Г. Способи керування частотою обертання вентильних двигунів // Вид-во НУЛП. Вісник НУЛП «Електроенергетичні та електромеханічні системи», № 421, 2001. - С.202-207.
2. Ткачук В.І. Теорія та синтез вентильних двигунів постійного струму: навчальний посібник / В.І. Ткачук, І.Є. Біляковський, О.В. Макаруч, Л.В. Каша, О.В. Грещук. – Львів: Львівська політехніка, 2011. – 288 с.

## АНАЛІЗ ЗМІН КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ

Гузенко В.В., к.т.н., доцент; Патока І.О., студент 3 курсу,  
(ДБТУ, м.Харків, Україна)

*This study investigates the impact of voltage asymmetry on the energy performance of belt conveyors. It is proven that voltage asymmetry leads to additional power losses, reduced equipment efficiency, and increased wear of electric drives.*

Несиметрія напруги є значним фактором, що впливає на роботу електроприводів виробничих машин. Вона викликає додаткові втрати енергії, знижує продуктивність обладнання та впливає на його довговічність [1]. При аналізі понад 170 експериментів встановлено, що основними параметрами якості електроенергії, які найчастіше виходять за допустимі межі, є відхилення напруги (68 %) та коефіцієнт несиметрії за нульовою послідовністю (38 %).

Метою роботи є визначення впливу несиметрії напруги на енергетичні характеристики стрічкових транспортерів.

Аналіз змін кутової швидкості електропривода при несиметрії напруги здійснювався на основі теорії електропривода. Експериментальні дослідження механічних характеристик асинхронних двигунів проводилися шляхом вимірювання залежності частоти обертання двигуна від електромагнітного моменту при зміні опору фази статора. Використано математичне моделювання для оцінки енергетичних втрат та залежності питомої витрати електроенергії від зміни жорсткості механічної характеристики електродвигуна.

Несиметрія напруги зменшує жорсткість механічної характеристики електродвигуна, що спричиняє зростання ковзання та втрат потужності. Внаслідок цього знижується продуктивність стрічкових транспортерів, оскільки кутова швидкість електродвигуна є пропорційною до продуктивності транспортерів. Несиметрія напруги також призводить до зростання питомих втрат електроенергії, що негативно позначається на економічній ефективності роботи електропривода. Запропоновано метод оцінки енергетичних втрат електропривода стрічкових транспортерів за питомою витратою електроенергії, що дозволяє кількісно оцінити вплив несиметрії напруги.

Несиметрія напруги негативно впливає на роботу стрічкових транспортерів, що вимагає впровадження заходів з контролю якості електроенергії та компенсації впливу несиметрії для зменшення енергетичних втрат. Запропоновано проводити моніторинг показників напруги та використовувати системи компенсації для мінімізації негативного впливу на електроприводи виробничих машин.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електропривод у питаннях і відповідях: навч. посіб. для студентів вищ.навч.закл. / М.Л. Лисиченко, П.І. Савченко, О.К. Тищенко, В.В. Гузенко. — Х: ХНТУСГ; Факт, 2012. — 500 с.

## METHODOLOGY FOR SUBSTANTIATING THE ECONOMIC EFFECT FROM THE INTRODUCTION OF HEAT PUMPS

Dudnikov S.M., Ph.D., associate professor, Polyak M.I., master's student,  
(SBTU, Kharkiv, Ukraine)

State Biotechnological University

*Надано методологія визначення обсягів корисно використаної енергії від теплових насосів.*

With significant access to the use of geothermal potential in the Ukrainian agro-industrial complex, the use of heat pumps (HP) is increasing. The main incentive for the use of HP is energy independence, durability and environmental friendliness. The use of autonomous HP at agro-industrial enterprises causes contradictory opinions in society, the main of which is the economic inexpediency of the relevant projects, which is associated with the high cost of energy produced. [1, 2]

Unlike the price of electricity from a centralized system (CS), the cost price (C) of electricity from HP is constantly changing downward, which is explained by the dependence:

$$C = \frac{E}{W} \quad (1)$$

where E – total capital and depreciation costs for HP, UAH;  
W – volume of usefully used electricity produced by HP, kWh.

Volume of usefully used energy from HP is determined by the formula:

$$W_{HP} = \eta K_{ITH} F \int_0^t \sum g_{jt} dt, \quad (2)$$

where:  $\eta$  - total efficiency of the heat pump, c.o.;  $F$  - area of the external circuit of the HT heat exchanger,  $m^2$ ;  $t$  - time of use of the HT load, h.;  $n$  - day of the calculation period of the jth season, c.o.;  $g_{jt}$  - intensity of operation of the external heat exchange circuit of the HT at time t of the nth day of the jth season,  $kW/m^2$ ;  $K_{ITH}$  - coefficient of mismatch of the consumer load schedule with the availability of geothermal energy, acting:  $0 \leq K_H \leq 1$  c.o.:

Studying the functional dependencies of the volumes of generated HT energy will allow, during the design process, to make a decision on long-term forecasting of the efficiency of HT use.

### List of references.

1. Dudnikov S, Miroshnyk O, Kovalyshyn S, Ptashnyk V, Mudryk K Methodological aspects of evaluating the effectiveness of using local energy systems with renewable sources, 2020 E3S Web of Conferences 154, 07013

2. Mohamed Q, Lazurenko A, Miroshnyk O, Dudnikov S, Savchenko A, ... Trunova, I. Analysis of the energy balance of the local energy supply system based on the bioenergy complex, 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), 134-138

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАПОБІГАННЯ ВІДПУСКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ СЕС ДОМОГОСПОДАРСТВА В ЕЛЕКТРИЧНУ МЕРЕЖУ

Мороз О.М., д.т.н., проф., e-mail: [moroz.an@ukr.net](mailto:moroz.an@ukr.net);

Руденко С.О., бакалавр, e-mail: [rudenko.so@ukr.net](mailto:rudenko.so@ukr.net)

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article investigates technical means to prevent the supply of electricity from a household's solar power plant to the power grid in accordance with the rules of the retail electricity market.*

У відповідності до Правил роздрібного ринку електричної енергії [1] дозволена до відпуску в мережу електрична потужність активного споживача за механізмом самовиробництва не може одночасно перевищувати 50 відсотків від величини дозволеної (договірної) потужності електроустановок такого споживача, що призначені для споживання електричної енергії. Ці правила визначають вимоги до споживачів, які мають генеруючі установки, зокрема щодо обмеження відпуску електроенергії в мережу.

Для запобігання відпуску електричної енергії сонячної електростанції (СЕС) домогосподарства в електричну мережу ОСП (оператор системи передачі) або ОСР (оператор система розподілу) використовуються спеціальні технічні засоби. В основному вони спрямовані на контроль генерації, накопичення надлишкової енергії або її обмеження.

Такими технічними засобами можуть бути [2]:

1. Системи автоматичного обмеження потужності, які технічно вирішуються за допомогою інверторів з функцією «Zero Export» (наприклад, SolarEdge, Fronius, GoodWe) або зовнішніх контролерів (наприклад, RCT Power, SMA Energy Meter).

2. Накопичувальні системи (акумулятори), які технічно вирішуються за допомогою гібридних інверторів (наприклад, Tesla Powerwall, BYD B-Box, Huawei Luna) або DC-акумуляторів + контролерів.

3. Механічні та електронні вимикачі, які технічно вирішуються за допомогою реле потоку потужності (наприклад, ABB, Schneider Electric) або супутникові (Wi-Fi/GSM) вимикачі, керування якими здійснюється через IoT-платформи.

4. Програмні засоби моніторингу та керування, які технічно вирішуються за допомогою смарт-системи (Home Assistant, SolarMan).

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про затвердження Правил роздрібного ринку електричної енергії. Документ v0312874-18, чинний, поточна редакція — Редакція від 28.11.2024. URL: <https://surl.li/njyfke>.
2. Використання віртуальних електричних станцій для підтримки заявлених графіків генерації ВДЕ : монографія / С. О. Федорчук, Д. О. Данильченко, А. В. Івахнов – Харків : НТУ «ХПІ», 2025. – 165 с. URL: <https://surl.li/kaojse>.

## STATUS AND PROSPECTS OF THE USE OF BIOGAS PLANTS BY AGRICULTURAL CONSUMERS.

Dudnikov S. M., Ph.D., associate professor, Solohub-Yosef R. T., master's student, (SBTU, Kharkiv, Ukraine), State Biotechnological University

*Висвітлено стан, напрямки та техніко-економічні показники біометанових установок в Україні.*

Biomass energy has taken an important place in the energy balance of many countries. For example, in the EU, 14% of the total energy demand is annually obtained from biomass [1].

In May 2024, the Government of Ukraine adopted a Law that allows trade in biomethane and opens up new opportunities for the development of bioenergy. According to the UABIO, today three biomethane plants with a total capacity of 11 million m<sup>3</sup>/year are operating in Ukraine (Fig. 1), and another 7 biomethane plants with a total capacity of 111 million m<sup>3</sup>/year are in the process of being launched.



Fig. 1. Operating biomethane plants in Ukraine

According to research by the UABIO association, the average cost of biomethane on the European market is about 900 euros/1000 m<sup>3</sup>, which, with the cost of biomethane of about 500 euros/1000 m<sup>3</sup>, provides an optimistic level of profitability of up to 28%.

The technical and economic indicators of biomethane plants depend on many factors [2], depending on which the cost of biomethane can vary from 300 to 1100 €/1000 m<sup>3</sup>. It is worth noting that Ukraine has its own gas storage facilities and gas transportation and storage capacities, and therefore can create worthy competition at the European level.

### List of references

1. Dudnikov S, Miroshnyk O, Kovalyshyn S, Ptashnyk V, Mudryk K, Methodological aspects of evaluating the effectiveness of using local energy systems with renewable sources, E3S Web of Conferences 154, 07013
2. Serhii Dudnikov, Oleksandr Miroshnyk, Oleksandr Moroz, Oleksandr Savchenko, Iryna Trunova and Volodymyr Pazy, Substantiation of Algorithms of Functioning of the Combined Power Supply System with Renewable Sources, Easy Chair Preprint № 6745.

## АЛГОРИТМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ СЕС

Мороз О.М., д.т.н., проф., e-mail: [moroz.an@ukr.net](mailto:moroz.an@ukr.net)

Сотнік О.В., аспірант, e-mail: [sidi.leha@gmail.com](mailto:sidi.leha@gmail.com), (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The thesis discusses machine learning algorithms for forecasting the generation of solar power plants (SPPs), including linear models, support vector machines (SVM/SVR), ensemble methods (Random Forest, XGBoost) and neural networks (LSTM, CNN). Their advantages, limitations and optimal applications are identified, and a combined approach is proposed to improve the accuracy of forecasts depending on the type of data and time horizon.*

Прогнозування генерації сонячної електростанції (СЕС) є критично важливим завданням для ефективного управління енергетичними системами, включаючи локальні мережі (ЛЕС) та об'єднані енергосистеми. Точний прогноз дозволяє оптимізувати баланс між виробництвом і споживанням електроенергії, зменшити витрати на резервні потужності та підвищити стабільність енергопостачання. Для вирішення цієї задачі використовуються різноманітні алгоритми машинного навчання, які можна класифікувати наступним чином:

- лінійні моделі (лінійна регресія, Ridge, Lasso);
- методи на основі опорних векторів (SVM/SVR);
- дерева рішень та ансамблеві методи (Random Forest, XGBoost, LightGBM);
- нейронні мережі (MLP, RNN/LSTM, CNN).

Кожен з цих підходів має свої переваги, обмеження та оптимальні сфери застосування. Одним із найпростіших алгоритмів для прогнозування, який описує залежність між вхідними ознаками (наприклад, інтенсивність сонячного випромінювання, температура, час доби) та цільовою змінною (генерація енергії) є лінійна регресія:

$$Y^*(X) = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m + b,$$

де  $Y^*(X)$  - прогнозоване значення,  $x$  - вектор з  $m$  вхідних ознак,  $a$  - вектор з  $m$  коефіцієнтів регресії,  $b$  – випадкова похибка, розподіл якої в загальному випадку залежить від незалежних змінних (зсув).

Лінійна регресія ефективна, коли залежність між даними близька до лінійної, але для складніших випадків використовуються інші методи.

Метод опорних векторів (Support Vector Machine, SVM) може застосовуватися як для класифікації, так і для регресії (SVR – Support Vector Regression). Він базується на ідеї знаходження гіперплощини, яка:

- у випадку класифікації – максимізує відстань між класами (маргінал);
- у випадку регресії – мінімізує відхилення прогнозованих значень від реальних у межах заданої смуги ( $\epsilon$ -труби).

SVR особливо ефективний для короткострокового прогнозування, коли дані мають складні нелінійні залежності, але їх обсяг невеликий (наприклад, прогноз на основі погодних умов за останні кілька днів). Дерева рішень будуються шляхом рекурсивного розбиття даних на основі правил, що базуються на

вхідних ознаках. У контексті прогнозування генерації СЕС:

– кожен вузол дерева відповідає умові (наприклад, «чи інсоляція  $> 500 \text{ Вт/м}^2$ ?»).

– листя дерева містять прогнозовані значення генерації.

Для підвищення точності використовуються ансамблеві методи:

– бегінг (Random Forest) – будує множину дерев на різних підвбірках даних, усереднюючи їхні прогнози, зменшує дисперсію та ризик перенавчання;

– бустинг (XGBoost, LightGBM) – послідовно покращує прогнози, зосереджуючись на помилках попередніх моделей, є ефективним для складних залежностей між даними.

Ансамблеві методи особливо ефективні для середньострокового прогнозування (добові/тижневі прогнози), коли важливо враховувати взаємодію багатьох факторів (метеорологічні умови, стан обладнання тощо). Для прогнозування СЕС часто використовуються нейронні мережі, зокрема:

– багат шарові перцептрони (MLP) – базові моделі з прихованими шарами, які можуть навчатися нелінійним залежностям;

– рекурентні нейронні мережі (RNN, LSTM) – ефективні для роботи з часовими рядами (наприклад, прогнозування генерації на основі минулих даних);

– згорткові нейронні мережі (CNN) – можуть аналізувати просторові дані (наприклад, супутникові знімки хмарності).

Вибір алгоритму залежить від характеру даних:

– лінійна регресія – для простих залежностей;

– SVM – для невеликих, але складних даних;

– ансамблі дерев (Random Forest, XGBoost) – для високої точності;

– нейронні мережі – для складних часових або просторових даних.

На основі аналізу визначено переваги та обмеження досліджених алгоритмів для прогнозування генерації СЕС, які наведені в таблиці.

Алгоритм	Найкраще підходить для	Обмеження
Лінійна регресія	Прості лінійні залежності, швидкий прогноз	Низька точність для складних даних
SVM/SVR	Невеликі, але складні набори даних	Повільний для великих даних
Random Forest	Середньострокові прогнози, стабільність	Вимагає налаштування гіперпараметрів
XGBoost/LightGBM	Висока точність, складні залежності	Схильність до перенавчання
LSTM/CNN	Довгострокове прогнозування, обробка зображень	Висока обчислювальна складність

Оптимальним підходом для прогнозування генерації СЕС є комбінація методів, наприклад:

– LSTM для аналізу часових рядів (генерація минулих періодів);

– XGBoost для врахування метеорологічних факторів;

– CNN для обробки супутникових даних про хмарність.

Таким чином, вибір алгоритму залежить від специфіки даних, часового горизонту прогнозування та доступних обчислювальних ресурсів.



## ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ЛОКАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ REOPT WEB TOOL

Мороз О.М., д.т.н., проф., e-mail: [moroz.an@ukr.net](mailto:moroz.an@ukr.net);

Тоберт М.Ю., аспірант, e-mail: [tobert.mikhail@gmail.com](mailto:tobert.mikhail@gmail.com)

(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*This study uses the REopt Web Tool to analyze the resilience of local energy systems, optimize the use of renewable energy sources, and assess the effectiveness of energy storage solutions.*

У липні 2024 року Кабінет Міністрів України схвалив Стратегію розвитку розподіленої генерації на період до 2035 року та затвердив операційний план заходів з її реалізації на 2024–2026 роки [1]. Вона передбачає активне впровадження розподілених джерел енергії для підвищення стійкості та надійності локальних електричних систем (ЛЕС). Одним із ключових викликів у цьому процесі є адаптація електромереж до змін в енергетичному балансі, зростання частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та необхідність ефективного управління ресурсами. Забезпечення стійкості ЛЕС набуває особливого значення в умовах децентралізації енергосистем та зовнішніх загроз, зокрема військової агресії Росії проти України. Коливання попиту, нестабільність генерації з ВДЕ та потреба в оптимізації розподілу енергії вимагають застосування сучасних аналітичних інструментів. Одним із таких є REopt Web Tool [2] – програмний комплекс, що дозволяє моделювати режими роботи енергетичних систем та визначати оптимальні стратегії їхнього розвитку.

Метою даної роботи є аналіз стійкості та надійності ЛЕС за допомогою REopt Web Tool, визначення оптимального складу енергетичних ресурсів та оцінка економічної ефективності впровадження різних технологічних рішень. Зокрема, досліджується можливість підвищення стійкості енергопостачання шляхом комбінування різних джерел енергії, встановлення акумуляторних систем та визначення найбільш раціональних режимів експлуатації.

REopt Web Tool – це програмне забезпечення, розроблене Національною лабораторією відновлюваної енергії (National Renewable Energy Laboratory - NREL) у США. Воно використовується для аналізу та оптимізації мікромереж, інтеграції ВДЕ та оцінки економічної доцільності впровадження нових енергетичних технологій [2-3].

Методика дослідження включає такі основні етапи:

- Аналіз вихідних даних: визначення параметрів системи, таких як тип електромережі, енергетичні цілі (економія коштів та стійкість) та технології генерації і накопичування електричної енергії.
- Розробка сценаріїв моделювання: створення різних варіантів роботи системи, враховуючи зміну кліматичних умов, коливання попиту та можливі перебої в енергопостачанні.
- Оптимізація енергосистеми: визначення економічно доцільного складу обладнання, прогнозування виробництва енергії та вибір оптимального режиму роботи електромережі.

- Оцінка ефективності систем зберігання енергії: аналіз використання акумуляторних систем для згладжування пікових навантажень, мінімізації втрат та забезпечення резервного живлення.

- Дослідження екологічного впливу: оцінка рівня викидів CO<sub>2</sub> та інших шкідливих речовин залежно від обраного енергетичного балансу.

Для початку розрахунку стійкості системи в REopt необхідно у Step 1 обрати кількість об'єктів, що досліджуються. У Step 2 слід активувати параметр Resilience, що дозволяє оцінювати стійкість системи. На Step 3 визначаються відповідні технології для аналізу. Далі, у Step 4, вводяться вихідні дані об'єкта, зокрема: точне місце розташування, тариф на електроенергію, тип будівлі, річне споживання енергії, характеристики фотоелектричних модулів, акумуляторних батарей тощо.

Для моделювання стійкості ЛЕС у Step 4 необхідно перейти до параметру Resilience та вказати Critical load factor, що визначає частку електричного навантаження, яку слід забезпечити під час відключення мережі. Цей коефіцієнт множиться на типове навантаження для визначення критичного навантаження, яке система повинна підтримувати протягом зазначеного періоду відключення. Додатково вказуються Outage duration (тривалість відключення) та Number of Outages (кількість відключень). REopt підтримує як модель з одним відключенням, так і сценарій з множинними відключеннями, який є більш актуальним на сьогодні для української енергосистеми в умовах енергетичних загроз.

Результати моделювання включають оптимальні параметри фотоелектричної системи, зокрема рекомендовану потужність сонячної електростанції, а також необхідну ємність та потужність акумуляторних батарей. Крім цього, REopt дозволяє змоделювати режими роботи ЛЕС для різних періодів відключення від централізованої мережі. Як правило при відключеннях моделюється режими роботи ЛЕС для забезпечення критичного навантаження системи. Інструмент також генерує детальний графік продуктивності на перший рік експлуатації та оцінює економічну вигоду за весь життєвий цикл фотоелектричних модулів (25 років).

Отже, REopt є потужним веб-інструментом для дослідження стійкості ЛЕС, що дозволяє оптимізувати використання енергетичних ресурсів та підвищити надійність енергопостачання.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про схвалення Стратегії розвитку розподіленої генерації на період до 2035 року і затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024 - 2026 роках. (2024). URL: <https://surl.gd/lwgovj>.
2. REopt Energy Integration & Optimization Home | NREL. (2025). URL: <https://surl.li/iopgyq>.
3. About REopt | REopt: Renewable Energy Integration & Optimization | NREL. (2025). URL: <https://surl.li/mbkjqs>.

## БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГІЇ У ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Товт Ф.Ф., аспірант, Державний біотехнологічний університет

Науковий керівник – канд. тех. наук, доцент Сорокін М.С.

(61052, Україна, м. Харків, вул. Різдва, 19, каф. електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки), E-mail: [sorokin.ekt@gmail.com](mailto:sorokin.ekt@gmail.com)

*The possibilities of using blockchain technologies in the field of autonomous and decentralized energy supply have been investigated. The basic principles of blockchain, its advantages and potential challenges in implementation in energy systems are considered. Particular attention is paid to smart contracts as a tool for automating calculations and managing energy flows.*

Сучасні енергетичні системи стикаються з численними викликами, зокрема залежністю від централізованих генераторів, нестабільністю мереж, високими втратами під час транспортування енергії та проблемами з довірою до постачальників. Водночас розвиток відновлюваних джерел енергії та розподілених енергетичних систем відкриває можливості для переходу до автономного та децентралізованого енергопостачання. Однак для ефективного управління такими системами потрібні нові технологічні підходи, що забезпечують прозорість, безпеку та автоматизацію процесів обміну енергією між учасниками мережі.

Одним із перспективних рішень є використання блокчейн-технологій, які можуть забезпечити децентралізований облік операцій, створення смарт-контрактів для автоматизації транзакцій та підвищення надійності енергетичних мікромереж. Завдяки блокчейну стає можливим розвиток peer-to-peer (P2P) ринків енергії, де споживачі можуть безпосередньо купувати та продавати електроенергію, мінімізуючи участь посередників та підвищуючи ефективність розподілу ресурсів.

Блокчейн - це децентралізована технологія розподіленого реєстру (DLT, Distributed ledgers), яка дозволяє зберігати, передавати та перевіряти дані у захищеному, прозорому та незмінному форматі. В енергетичному секторі блокчейн може забезпечити автоматизацію транзакцій та безпечний обмін даними між учасниками енергетичного ринку. Блокчейн складається з послідовного ланцюга блоків, кожен з яких містить інформацію про транзакції та має унікальний криптографічний хеш. Головними перевагами цієї технології є децентралізація, прозорість і незмінність, безпека транзакції.

Одним із ключових напрямів використання блокчейну є створення децентралізованих енергетичних ринків, де власники відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як сонячні панелі чи вітрогенератори, можуть продавати надлишкову енергію безпосередньо іншим споживачам. Особливої уваги для систем енергопостачання слід приділити смарт-контрактам. Це самовиконувані програми, що працюють у блокчейн-мережі та автоматизують виконання угод між учасниками. У контексті енергетики вони дозволяють автоматично здійснювати платежі за спожиту або вироблену енергію, контролювати дотримання умов постачання енергії та її розподілу в мікромережах, впроваджувати

гнучкі тарифні моделі, що враховують попит, пропозицію та доступність енергії в реальному часі.

Розглянемо приклад використання смарт-контракту P2P торгівлі електроенергією між домогосподарствами. Домогосподарство 1 має сонячні панелі і виробляє більше електроенергії, ніж споживає. Домогосподарство 2 не має власного генератора і купує електроенергію від постачальника. Використання смарт-контракту дозволяє автоматизувати продаж надлишкової електроенергії від Домогосподарство 1 до Домогосподарство 2 без посередників. Домогосподарство 1 підключає свій сонячний інвертор та "розумний" лічильник до блокчейн-мережі. Лічильник автоматично реєструє надлишки виробленої енергії. Домогосподарство 2 реєструється в блокчейн-мережі та вказує, що готова купувати електроенергію за певною ціною. Смарт-контракт виконує наступні дії:

- Фіксує кількість енергії, яку Домогосподарство 1 може продати.
- Порівнює це з попитом від Домогосподарство 2.
- Якщо параметри співпадають (ціна та обсяг енергії), то контракт автоматично укладає угоду.
- В момент купівлі система списує токени (або цифрові кошти) з рахунку Домогосподарство 2 та переводить їх на рахунок Домогосподарство 1.
- Лічильники обох користувачів оновлюються автоматично, а транзакція зберігається у блокчейні.

Переваги цього підходу полягають у відсутності посередників, тобто учасники мережі напряму обмінюються електроенергією без традиційних постачальників. Кожна транзакція записується в блокчейн і не може бути змінена. Угоди виконуються без необхідності взаємодії між сторонами.

Наведена технологія має декілька пілотних проваджень у різних країнах світу такі як Brooklyn Microgrid (США), Power Ledger (Австралія) та WePower (ЄС). Усі ці проекти представляють собою локальну енергетична мережа, де жителі району можуть продавати та купувати електроенергію між собою через блокчейн-систему.

Розвиток енергетики вимагає нових підходів до управління виробництвом, розподілом та споживанням електроенергії. Традиційні централізовані моделі енергопостачання все частіше виявляють свою неефективність через зростання попиту, нерівномірний розподіл ресурсів та необхідність інтеграції відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Блокчейн-технології, зокрема смарт-контракти, стають важливим інструментом для вирішення цих проблем, забезпечуючи автономність, безпеку та прозорість енергетичних процесів.

Смарт-контракти змінюють традиційну модель енергетичного ринку, забезпечуючи автоматизацію, прозорість і ефективність. Вони дозволяють створювати незалежні децентралізовані енергетичні ринки, скорочувати витрати та підвищувати енергоефективність. Однак для їх масового впровадження потрібна широка інтеграція з «розумними» лічильниками та вирішення питань регулювання криптиотранзакцій у сфері енергетики.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ЛІСОПИЛЯННЯ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНОГО ДЕРЕВООБРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ

Міленін Д.М. к.т.н., доцент., Чередніков Д.А. студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Abstract: the paper considers the use of modern woodworking equipment, in particular circular sawmills, in agriculture for the production of lumber necessary for agricultural needs. The paper focuses on the advantages of automated machines with asynchronous electric motors, which provide stable and energy-efficient operation, conducts technical analysis and calculation of the parameters of the electric drive, as well as modeling of its transient processes. The feasibility of using a frequency-controlled drive to optimize wood sawing and reduce equipment loads is substantiated. The results of the study can be used to improve technological processes of woodworking in the agro-industrial complex.*

У сільському господарстві деревообробне обладнання, зокрема дискові пилорами, широко використовується для виготовлення бруса, дощок і піддонів, необхідних для будівництва господарських споруд, огорож і пакування сільськогосподарської продукції. Дискові верстати прохідного типу дозволяють розпилювати деревину без додаткового кантування, що особливо цінно при масовій обробці колод у фермерських лісопилних господарствах [1]. Висока продуктивність таких пилорам і можливість автоматизації подачі сировини дає змогу зменшити трудові витрати та підвищити ефективність виробництва [2]. У комплекті з ними використовуються асинхронні електродвигуни типу РЛ132МА2, що вирізняються надійністю та простотою обслуговування в умовах сільськогосподарських підприємств [3]. Використання частотно-регульованих електроприводів дозволяє точно керувати робочими режимами обладнання, забезпечуючи адаптивність до різних видів деревини та умов експлуатації в аграрному секторі [4].

Метою роботи є розрахунок параметрів схеми заміщення, побудова статичних характеристик та моделювання перехідних процесів пуску двигуна з подальшою оптимізацією законів регулювання.

Вибір відповідного деревообробного обладнання суттєво впливає на точність виготовлення пиломатеріалів, швидкість виробничого циклу, рівень відходів та загальну ефективність роботи підприємства. Залежно від типу колод і вимог до кінцевої продукції, доцільно застосовувати стрічкові або дискові пилорами. Дискові пилорами, зокрема марки «Mebog», «Wood-Mizer», «Lenker», забезпечують високу точність розпилювання завдяки нерухомому шпindelльному вузлу, що усуває вертикальні коливання. Це дозволяє уникнути хвилеподібного ефекту на поверхні дошки, що є характерним недоліком при деяких інших методах розпилу. Водночас стрічкові пилорами вирізняються меншим енергоспоживанням, тоншим пропилом, мобільністю, що робить їх особливо корисними для розпилювання великогабаритної або важкодоступної деревини.

Особливої уваги потребує правильний вибір електроприводу, оскільки робота обладнання залежить від стабільної та потужної тяги. Асинхронні короткозамкнуті двигуни, наприклад, RA132MA2, демонструють високу надійність, ефективність і пристосованість до тривалих навантажень. Їхні характеристики, такі як коефіцієнт потужності 0,88 і пускова кратність струму 7,5, забезпечують безперебійну роботу навіть у важких умовах. Вибір двигуна проводиться на основі розрахунку навантажень, зусиль подачі та технічних характеристик пильного вузла.

Не менш важливим є питання утилізації та комплексної переробки відходів, які утворюються в процесі лісопиляння. Сучасні підприємства орієнтуються на безвідходне виробництво, в якому тирса, обрізки, кора та горбилі використовуються як сировина для виготовлення пелет, ДСП, паперу чи біопалива. Це дозволяє не лише зменшити навантаження на довкілля, а й оптимізувати економіку виробництва завдяки додатковому прибутку від вторинної продукції.

Проведений аналіз вибору двигуна, розрахунків параметрів схеми заміщення та моделювання перехідних процесів підтверджує ефективність застосування асинхронного двигуна RA132MA2 у комплексі з частотним перетворювачем для забезпечення надійного пуску та регулювання режимів роботи. Отримані розрахункові характеристики електропривода відповідають каталожним даним, що свідчить про правильність розрахункової методики. Запропонована модель дозволяє оптимізувати технологічний процес за рахунок впровадження системи компенсації моменту, що забезпечує стабільну роботу двигуна у перехідних режимах. Результати дослідження створюють основу для подальших розробок у галузі автоматизації виробничих процесів і можуть бути використані для впровадження інноваційних рішень у сучасних насосних і інших технологічних установках.

### Список літератури

1. Коваленко В.І. Обладнання деревообробних цехів. — К.: Ліра-К, 2019. — 248 с.
2. Приймак А.Ф. Сучасні технології в лісопилльному виробництві. — Харків: ХНАУ, 2020. — 180 с.
3. Технічний каталог електродвигунів серії RL132MA2. — [Електронний ресурс] // Офіційний сайт заводу-виробника.
4. Пилипчук О.П. Електроприводи сільськогосподарських машин. — К.: НАУ, 2015. — 224 с.

## ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл; Чіпка В.А., здобувач бакалавріату  
(ТДАТУ, м. Запоріжжя, Україна)

*Summary. The abstracts provide an analysis of nanogenerators as promising designs for solving applied problems. The problems associated with the implementation of these designs are analyzed.*

Наногенератори є інноваційними пристроями, що здатні перетворювати механічну енергію з навколишнього середовища в електричну. Їхнє значення у сучасній науці та техніці постійно зростає, оскільки вони можуть забезпечувати автономне енергоживлення для широкого спектра пристроїв. Історія розвитку наногенераторів починається з відкриття п'єзоелектричного ефекту у наноматеріалах, і наразі ця галузь активно розвивається. Дослідження наногенераторів є надзвичайно актуальними для вирішення прикладних задач у різних сферах

На сьогоднішній день існує кілька типів наногенераторів: трибоелектричні, п'єзоелектричні та гібридні. Для їх виготовлення використовуються різноманітні матеріали, включаючи оксиди металів, полімери та композитні матеріали. Технології виробництва наногенераторів також постійно вдосконалюються, що дозволяє збільшувати їхню ефективність та зменшувати розміри. Наприклад, трибоелектричні наногенератори можуть досягати ефективності перетворення енергії понад 50%. Поточні дослідження у галузі наногенераторів спрямовані на підвищення ефективності перетворення енергії та збільшення довговічності пристроїв.

Розвиток наногенераторів стикається з низкою проблем. Основні матеріалознавчі виклики включають підбір матеріалів з оптимальними властивостями та забезпечення їхньої довговічності. Наприклад, для п'єзоелектричних наногенераторів необхідно знайти матеріали, які можуть витримувати понад 10 мільйонів циклів навантаження без значного зниження продуктивності. Технологічні виклики пов'язані з масовим виробництвом та інтеграцією наногенераторів з іншими системами. Економічні аспекти включають вартість виробництва, яка може становити від 100 до 500 доларів за одиницю залежно від типу та застосування. Крім того, існують екологічні проблеми, пов'язані з впливом на довкілля під час виробництва та утилізації наногенераторів.

Наногенератори мають великий потенціал у різних сферах. Відновлювана енергетика може скористатися ними для збирання енергії з навколишнього середовища, таких як механічні вібрації, рухи тіла або вітер. У медицині наногенератори можуть використовуватися для енергетичного забезпечення імплан-

тованих пристроїв та медичних сенсорів. Промисловість може застосовувати наногенератори у датчиках та автономних системах живлення для IoT. У побутовій електроніці наногенератори можуть інтегруватися у персональні гаджети та енергоефективні системи. За прогнозами, до 2030 року ринок наногенераторів може досягти обсягу 1 мільярд доларів.

Наногенератори можуть ефективно вирішувати низку прикладних задач. Вони здатні забезпечувати енергетичне живлення біомедичних імплантатів, що робить їх функціонування більш автономним. У пристроях Інтернету речей (IoT) наногенератори можуть слугувати автономними джерелами живлення, що дозволяє зменшити залежність від традиційних батарей. У розумних текстилях для носимої електроніки наногенератори можуть забезпечувати енергію для вбудованих пристроїв. Автономні датчики, що використовують наногенератори, можуть застосовуватися для моніторингу довкілля та промислових процесів. Наприклад, такі датчики можуть зібрати до 10 мкВт електроенергії з кожного квадратного сантиметра тканини, що рухається.

#### Рекомендації

- Розробка нових матеріалів та покращення існуючих для підвищення ефективності та довговічності наногенераторів.
- Інвестиції в дослідження та розвиток технологій масового виробництва.
- Створення законодавчих та екологічних стандартів для зменшення негативного впливу на довкілля.
- Залучення міждисциплінарних команд для розробки інноваційних рішень на основі наногенераторів.

Узагальнюючи, розвиток та впровадження наногенераторів стикається з низкою проблем, включаючи матеріалознавчі, технологічні, економічні та екологічні аспекти. Проте перспективи їх використання є надзвичайно широкими та охоплюють такі сфери, як відновлювана енергетика, медицина, промисловість та побутова електроніка. Для подальшого прогресу у цій галузі необхідно продовжувати міждисциплінарні дослідження та розробки, що дозволять подолати існуючі виклики та реалізувати потенціал наногенераторів.



**СЕКЦІЯ 8.****ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ І КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ АПВ****РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ  
ПРОЦЕСОМ ПОДРІБНЕННЯ ГРУБИХ КОРМІВ**

Демченко К.В. к.т.н., доцент; Абаньшина А.П., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [yayaska31@btu.kharkiv.ua](mailto:yayaska31@btu.kharkiv.ua))

*The study explores the use of modern sensors, microcontrollers, and PLCs to optimize grinding parameters and integrate intelligent monitoring solutions. Future advancements, including AI and IoT technologies, will further refine the process, making agricultural production more sustainable and cost-effective.*

Впровадження автоматизованих систем керування у процес подрібнення грубих кормів є важливим етапом розвитку аграрного виробництва, оскільки сприяє оптимізації технологічного процесу, зменшенню енергоспоживання та підвищенню якості кінцевого продукту. Використання ручного керування на підприємствах супроводжується нерівномірністю подрібнення, значними втратами сировини та швидким зношуванням обладнання, що робить необхідним впровадження інноваційних технологій контролю та регулювання.

Автоматизація процесу включає застосування сучасних мікроконтролерів, датчиків та програмованих логічних контролерів (PLC), які забезпечують безперервний моніторинг та регулювання основних параметрів подрібнення. Основними складовими такої системи є регулятори швидкості обертання роторів, датчики рівня завантаження та адаптивні системи, що автоматично коригують режими роботи залежно від характеристик сировини.

Завдяки автоматизованому керуванню мінімізується вплив людського фактора, підвищується точність процесу подрібнення, а також знижуються витрати на експлуатацію обладнання. Додатковою перевагою є можливість інтеграції системи у загальну інформаційну мережу підприємства, що сприяє підвищенню продуктивності та ефективності виробництва. У майбутньому автоматизація цього процесу відкриває перспективи для використання технологій штучного інтелекту та машинного навчання з метою подальшої оптимізації та вдосконалення виробничих процесів. Автоматизація процесу відкриває можливість подальшої оптимізації та вдосконалення виробничого процесу в майбутньому за допомогою методів штучного інтелекту та машинного навчання. Це може передбачати об'єднання з іншими автоматизованими технологічними процесами в агропромисловості, а також створення самонавчальних систем, які зможуть коригувати параметри подрібнення відповідно до змін у складі сировини.

Використання цифрових технологій, зокрема інтернету речей (IoT) та великих даних (Big Data), сприятиме детальнішому аналізу виробничих процесів і підвищенню ефективності управління ресурсами.

Загалом, впровадження сучасних автоматизованих технологій у процес комбікормового виробництва сприяє значному підвищенню ефективності виробництва, зниженню енерговитрат і витрат на обслуговування, а також поліпшенню якості одержуваного корму.

## РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Чуб І.М., ст. викл.; Андропова А.О., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The main gas purification technologies, automated control tools and process optimization methods are considered in order to improve the quality of purified gas, reduce operating costs and minimize the human factor. The proposed technical solutions contribute to increasing the safety, reliability and stability of purification plants.*

Україна володіє значними запасами природного газу, але їх ефективно використання залежить від вдосконалення технологій його очищення та підготовки до використання. Природний газ, який видобувається на родовищах України, часто містить домішки, такі як сірководень, вуглекислий газ і краплинна волога, які необхідно видалити перед подальшим використанням газу. Це робить очищення газу одним з найважливіших етапів на шляху до ефективного використання вуглеводневої сировини. Тому розвиток технологій очищення та автоматизація процесів управління очисними установками стають особливо актуальними.

Більшість видобутого газу містить домішки, такі як сірководень та вуглекислий газ, що є шкідливими для устаткування та може негативно впливати на ефективність подальшого використання. Автоматизація процесів не тільки дозволить оптимізувати видобуток і очистку газу, але й зменшить вплив людського фактора.

Очищення природного газу передбачає використання різних методів: механічних, фізико-хімічних та електричних. Для видалення газоподібних домішок, зокрема сірководню, використовують фізико-хімічні методи, такі як абсорбція та адсорбція.

Автоматизація процесів очищення передбачає інтеграцію різних типів систем контролю, таких як системи програмно-логічного управління (ПЛУ), що дозволяють здійснювати автоматичний вибір та регулювання параметрів процесу. Зниження участі оператора в управлінні технологічними процесами дозволяє уникнути помилок, пов'язаних з людським фактором, і забезпечити безперервний моніторинг стану обладнання. Це, в свою чергу, підвищує надійність і безпеку всього технологічного циклу.

Цілі управління: підтримувати концентрацію шкідливих домішок у газі на мінімальному рівні за оптимальної кількості одержуваного очищеного газу і мінімальних витрат на процес за умови, що процес має бути безаварійним, безпечним і безперервним.

Параметри, що впливають на технологічний процес:

- витрата природного газу;
- витрата води;
- витрата азоту;
- температура природного газу на виході з холодильника;
- тиск у демпферах;
- тиск у збірниках.

Контрольовані параметри обирають із таких міркувань: за мінімальної їх кількості вони мають дати максимум інформації про перебіг процесу.

Контролю насамперед підлягають усі регульовані параметри: тиск у демпферах, температура природного газу на виході з холодильника, тиск у збірниках, різниця тисків в адсорберах.

Контролю підлягають параметри, поточне значення яких необхідно знати для підрахунку техніко-економічних показників: витрата води, азоту, продувального газу, природного газу, температура електродвигуна компресора.

Під час вибору параметрів, що сигналізуються, необхідно проаналізувати об'єкт на пожежно-вибухобезпечність і виявити параметри, які можуть призвести до аварійної ситуації в об'єкті.

Під час вибору технічних засобів пропонується використання наступних елементів. Як датчики температури використано термопари з уніфікованим вихідним сигналом Метран - 280Ех. Як датчики надлишкового тиску використовуються перетворювачі тиску Метран-150 Ех, призначені для безперервного перетворення надлишкового тиску в уніфікований вихідний струмовий сигнал. Для вимірювання витрати було обрано витратомір Rosemount8800D Ех фірми Emerson. Для внесення регульовального впливу застосовуються виконавчі механізми МІМ-250. Як електропривод для компресора обрано частотний перетворювач типу HYUNDAI N700E-2200HF. Електропневматичний перетворювач ЕП-Ех використовується для перетворення уніфікованого безперервного сигналу постійного струму в уніфікований пропорційний пневматичний безперервний сигнал. Пасивний бар'єр іскрозахисту БПІ-1 використовується для забезпечення іскробезпеки кіл ланцюгів електропневмоперетворювачів ЕП-Ех і електропневмопозиціонерів ЕПП-Ех, які перебувають у вибухонебезпечній зоні. Для живлення датчиків, а також модулів контролера обрано блок живлення DLP180-24 24В DC/7,5А фірми TDK-Lambda. Для контролю і регулювання технологічних параметрів процесу вибирається програмований логічний контролер ПЛК160 фірми ОВЕН.

Під час визначення показників ефективності процесу було зроблено висновок, що основним показником ефективності є якість одержуваного продукту на виході з об'єкта управління. Як регульовальний контролер було обрано ОВЕН ПЛК 160, який забезпечує задане регулювання процесом отримання цінного водню.

Порівняно з діючою системою було сформовано і вирішено основні завдання оптимізації системи керування, такі як складання математичної моделі об'єкта керування.

Інтеграція сучасних автоматизованих систем також сприяє вирішенню проблем, пов'язаних з інерційністю технологічних процесів. Наприклад, автоматизація дозволяє своєчасно реагувати на зміни в складі газу, що надходить на очищення, та швидко коригувати параметри роботи очисних установок. Це забезпечує стабільність процесу та підвищує загальну ефективність роботи установок.

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕННЯ

Піскарьов О.М., к.т.н, доцент; Баськов Д.Р., магістрант;  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The article explores the development of an automated indoor climate control system using sensors, actuators, and intelligent algorithms. The system ensures optimal comfort and energy efficiency through adaptive control based on fuzzy logic and neural networks.*

У сучасному світі значну увагу приділяють створенню комфортних, енергоефективних та здорових умов перебування людини в приміщеннях. Особливо це актуально в офісних центрах, житлових будівлях, закладах освіти, медичних установах, а також у промислових та аграрних об'єктах, зокрема тепличних господарствах. Одним із ключових факторів комфорту є мікроклімат – сукупність параметрів повітряного середовища, таких як температура, вологість, концентрація вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>), рівень освітленості, швидкість руху повітря тощо. Для підтримання цих показників у межах оптимальних значень доцільно використовувати автоматизовані системи керування мікрокліматом.

Автоматизована система підтримки мікроклімату являє собою комплекс технічних засобів й програмних рішень, призначених для моніторингу та регулювання параметрів внутрішнього середовища. Апаратна частина включає сенсори температури, вологості, освітлення, CO<sub>2</sub>, а також виконавчі механізми — електронні клапани, вентилятори, зволожувачі, кондиціонери, системи вентиляції та обігріву. Центральним елементом є мікроконтролер або промисловий контролер, що здійснює збір, обробку даних і прийняття керуючих рішень. На програмному рівні система керування реалізує алгоритми аналізу поточних умов і прийняття рішень на основі заданих параметрів комфорту. З метою підвищення точності та адаптивності керування все частіше впроваджуються інтелектуальні технології, зокрема нечітка логіка (fuzzy logic), генетичні алгоритми та штучні нейронні мережі. Вони дозволяють системі не лише реагувати на зміни, а й передбачати їх, підлаштовуючи роботу під динамічні умови навколишнього середовища та індивідуальні потреби користувачів. Окрім підвищення комфорту, такі системи сприяють здоров'ю людей, покращують продуктивність праці, зменшують витрати на опалення та кондиціонування, а також забезпечують екологічну сталість.

Таким чином, розробка та впровадження автоматизованих систем підтримки мікроклімату є важливим кроком у напрямку створення розумного простору, який відповідає сучасним вимогам до енергоефективності, автоматизації та якості життя. Перспективи подальших досліджень охоплюють впровадження хмарних сервісів для віддаленого моніторингу, розширення аналітичних можливостей за допомогою штучного інтелекту та інтеграцію з іншими системами "розумного будинку".

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАТЧИКІВ ТЕМПЕРАТУРИ, ЇХ ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Басова Ю.О., к.т.н., доцент, Бичков Я.М., к.т.н., доцент,  
Біловод І.В., здобувач, (ПДАУ, м. Полтава, України)

*The analysis covers contact temperature sensors, their operating principles, advantages, and disadvantages. A comparative characterization of thermistors, thermocouples, and resistance thermometers is provided to justify the selection of the optimal sensor based on operating conditions.*

У багатьох технологічних процесах однією з найважливіших параметрів є температура робочого органу, середовища, матеріалу. У промисловості для її вимірювання використовують датчики температури різного принципу дії. У переважній більшості, ці датчики перетворюють інформацію про температуру на електричний сигнал, який можна виміряти та використовувати в системах автоматичного керування. У результаті значення температури або просто відображається на дисплеї, або слугує підставою для автоматичної зміни режиму роботи того чи іншого обладнання. У сільському господарстві датчики температури можуть бути застосовані в різних видах обладнання, зокрема: тепличному обладнанні (для контролю мікроклімату, опалення та вентиляції); зернохoviщах та елеваторах (для моніторингу температури зерна та запобігання самозайманню); в тваринницьких комплексах (для підтримки оптимальної температури у приміщеннях і контролю показників води та кормів); сушильних установках (для регулювання температури під час сушіння зерна та кормів); інкубаторах (для забезпечення стабільної температури під час інкубації яєць). Таким чином, датчики температури є ключовим елементом автоматизації, що підвищує ефективність і надійність процесів у сільськогосподарських виробництвах.

Зазвичай датчик температури працює, визначаючи параметри об'єкта або середовища, з якими він контактує. Термодатчик вимірює зміни характеристик матеріалу або навколишнього середовища. Чутливі елементи датчиків виготовляються з матеріалів, що реагують на зміну температури, наприклад, напівпровідників або метали. Сам датчик підключений до зчитувального пристрою, який перетворює отримані дані (наприклад, опір) на показники температури. Технологічно датчики температури поділяються на дві великі групи: контактні, які потребують фізичного контакту з об'єктом та безконтактні, які використовують інфрачервоний датчик для вимірювання на відстані. Для систем автоматичного керування доцільніше використовувати саме контактні датчики, через те, що їх чутливий елемент у процесі вимірювання температури безпосередньо контактує з поверхнею чи середовищем, температуру яких необхідно виміряти [1].

Мета даної роботи – дослідити та проаналізувати контактні датчики температури, порівняти їх типи та характеристики, а також оцінити їх переваги та недоліки. Контактний термодатчик може бути виготовлений за однією з декількох технологій (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика контактних датчиків температури

Контактний датчик	Принцип дії	Переваги	Недоліки
<b>Термістор</b>	змінює свій опір залежно від температури	- висока швидкість реакції; - низька вартість	- крихкість; - вузький робочий діапазон температур
<b>Термопара</b>	працює завдяки ефекту Зеебека	- стабільні робочі параметри при високих температурах, - швидка реакція на зміни; - широкий вибір діаметрів; - низька вартість	- невисока точність; - дуже низька вимірювальна напруга - необхідність використання компенсаційних ланцюгів
<b>Термометр опору (RTD)</b>	працює на принципі зміни опору металу, залежно від зміни його температури	- висока точність, - стабільні параметри, - широкий діапазон вимірюваних температур	- низька чутливість ; - довший час реакції порівняно з термопарами.

При виборі датчика слід звернути увагу на діапазон вимірюваних температур залежно від матеріалу застосовуваного чутливого елемента.

У термісторах використовуються оксиди металів, здатні значно змінювати свій опір залежно від температури. Термістори бувають двох типів: РТС – з позитивним температурним коефіцієнтом опору (опір зростає із зростанням температури у певному робочому діапазоні) та NTC – з негативним температурним коефіцієнтом опору (із зростанням температури опір зменшується). Термістори підходять для швидкого реагування на зміни температури в процесах ферментації або в системах поливу та вентиляції теплиць, що забезпечують швидкий відгук на збурення і добре підходять для вузьких температурних діапазонів.

Датчики температури на основі термопар мають два дроти з різних сплавів, які спаяні з одного кінця — це так званий гарячий спай термопари, який піддається впливу вимірюваної температури. З протилежного боку дротів температура їхніх кінців залишається незмінною, і саме в цьому місці під'єднується чутливий вольтметр. Напруга, що вимірюється вольтметром, залежить від різниці температур між гарячим спаєм і місцем підключення дротів до вольтметра. Термопари розрізняються за складом сплавів, з яких виготовлено їхні гарячі спаї, що впливає на діапазон вимірюваних температур для кожного конкретного типу (табл. 2). Нижче наведена таблиця з різними типами датчиків цієї категорії та їх робочими температурними діапазонами.

Термопари краще використовувати для вимірювання температур у сушарках для зерна або в системах підігріву теплиць, оскільки вони здатні забезпечувати надійні показники в таких умовах. Термометри опору (термоперетворювачі опору, реостатний датчик температури, RTD) працює на принципі зміни опору металу залежно від зміни його температури. Застосовуються метали: платина (від  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), нікель (від  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), мідь (від  $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), вольфрам (від  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – залежно від необхідного діапазону вимірюваних температур.

Переважно, у термометрах опору застосовується платина, що дає досить широкий температурний діапазон і дозволяє вибирати датчики різної чутливості. Так, датчик Pt100 має опір 100 Ом при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а Pt1000 – 1кОм за тієї ж температури, тобто більш чутливий і дозволяє більш точно виміряти температуру.

Вони є найбільш точними датчиками температури [1-3].

Таблиця 2 - Порівняльна таблиця типів термопар

Тип	Склад	Діапазон температур	Призначення
T	Мідь/константан	-250°C – +400°C	стійкі до корозії, тому можуть використовуватися у вологих окисних, відновлювальних, інертних середовищах, а також у вакуумі, зокрема для досліджень в лабораторіях.
J	Залізо/константан	-180°C – +750°C	застосовуються для роботи у вакуумі, інертному чи відновлювальному середовищах, зокрема для вимірювань температури у промислових процесах, що потребують середнього діапазону температур.
E	Хромель/константан	-40°C – +900°C	підходять для роботи в окислювальному або інертному середовищі у різних промислових процесах, зокрема в системах, що працюють при середніх температурах.
K	Хромель/алюмель	-180°C – +1200°C	підійде для окислювального чи нейтрального середовища у різних сферах при високих температурах.
S	Платина-родій (10 %) / платина	0°C – +1700°C	R (промисловий), S (лабораторний) типи – є високотемпературними датчиками, які потребують захисту спеціальними керамічними ізоляторами або неметалевими трубками.
R	Платина-родій (13 %) / платина	0°C – +1700°C	
B	Платина-родій (13 %) / Платина-родій (6 %)	0°C – +1800°C	використовуються для вимірювань у найвищих температурних діапазонах, таких як промислові процеси, що вимагають надзвичайної точності при надзвичайно високих температурах.
N	Ніхросіл/нісіл	-270°C – +1280°C	використовується для високотемпературних вимірювань, що потребують стабільності протягом тривалого часу
G	Вольфрам/реній (26 %)	0°C – +2600°C	використовується для вимірювання температур у високотемпературних процесах
C	Вольфрам-реній (5 %) / Вольфрам-реній (26 %)	20°C – +2600°C	застосовується для вимірювання температур в дуже високих температурних режимах
D	Вольфрам-реній (3 %) / Вольфрам-реній (25 %)	0°C – +2600°C	використовується для вимірювання температур в умовах надзвичайно високих температур

Термометри опору доцільно використовувати для точного контролю температури в системах зберігання фруктів та овочів, а також у теплицях –, які дають високу точність вимірювань і підходять для стабільних температурних умов. Температурні датчики є важливими компонентами систем автоматичного керування в різних галузях промисловості та сільського господарства. Кожен тип датчика має свої специфічні особливості та області застосування. Тому, правильний вибір температурного датчика залежить від конкретних вимог до точності, швидкості реакції, температурного діапазону та умов експлуатації.

#### Перелік джерел літератури:

1. Паламар М.І., Пастернак Ю.В., Стрембіцький М.О. Методи і засоби спряження температурних сенсорів у мікропроцесорних вимірювальних комплексах. Конспект лекцій. Тернопіль: ТНТУ, 2015. 73 с.

2. Який температурний датчик краще вибрати? URL: <https://ten24.com.ua/ua/blog/kakoy-temperaturnyy-datchik-luchshe-vybrat/>

3. Різновиди датчиків температури/ URL: <https://ugov.ua/articles/view/riznovydy-datchyktiv-temperatury/>

## РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМА КОМПАНІЇ БУДІВНИЦТВА ЛОКАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД

Чуб І.М., ст. викл.; Винокуров Є.О., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The article discusses the development of a web-based information system for automating business processes in the construction of wastewater treatment plants. The proposed solution improves order management, documentation, finances, and analytics, which increases the efficiency of companies and reduces costs. The use of modern technologies (React.js, Node.js, MySQL) ensures the performance, security, and scalability of the system.*

У світі, де екологічні виклики стають все більш гострими, будівництво локальних очисних споруд набуває стратегічного значення. Зростання міст, промисловості та обсягів стічних вод вимагає вдосконалених методів управління проектами. Традиційні підходи, засновані на паперовій документації та ручній обробці даних, часто призводять до неефективності, помилок і втрати часу. Саме тому розробка спеціалізованих інформаційних систем (ІС) для компаній, які займаються будівництвом очисних споруд, стає критично важливою.

У тезах розглядаються ключові аспекти створення та впровадження веб-орієнтованої ІС, яка автоматизує бізнес-процеси, покращує комунікацію з клієнтами та оптимізує роботу підприємства. Увага приділяється архітектурі системи, вибору технологій, функціональним можливостям та економічним перевагам її використання.

Будівництво очисних споруд – це складний багатоетапний процес, що включає:

- проектування та узгодження технічних рішень;
- управління замовленнями та ресурсами;
- контроль якості виконання робіт;
- ведення обліку документації (креслення, дозволи, звіти).

Без автоматизації ці процеси потребують значного часу та трудовитрат.

Сучасні ІС вирішують ці проблеми за рахунок цифровізації документообігу (електронні договори, автоматичні звіти), онлайн-взаємодії (відстеження статусів замовлень у реальному часі) та аналітики даних (оптимізація витрат на матеріали та робочу силу).

Таким чином, впровадження ІС не лише підвищує ефективність компанії, але й покращує її імідж серед клієнтів і партнерів.

Розробка архітектури інформаційної системи ґрунтується на клієнт-серверній моделі яка забезпечує розмежування рівнів доступу для клієнтів, менеджерів і адміністраторів і дозволяє оптимізувати роботу з великими обсягами даних.

Для реалізації клієнтської частини (Front-end) було обрано React.js – сучасний фреймворк для створення динамічних інтерфейсів. Він має ключові переваги: адаптивний дизайн (коректне відображення на ПК, планшетах та смартфонах), інтуїтивну навігацію (зручні форми для замовлень, фільтрації послуг) та швидке завантаження сторінок завдяки оптимізації коду.



Для розробки серверного рівня (Back-end) було обрано технологію Node.js + Express.js, що забезпечить обробку сотень запитів одночасно, інтеграцію зі сторонніми сервісами (платіжні системи, CRM). автентифікацію користувачів через JWT-токени.

Для розробки бази даних було обрано MySQL, що забезпечить можливість складних SQL-запитів для аналітики та сумісність з CMS Joomla, яка використовується для управління контентом.

Для розгортання системи застосовано Docker, що дозволяє швидко розміщувати її на різних хостингах без конфліктів з іншим ПЗ.

Функціональні модулі ІС включає п'ять ключових модулів, кожен з яких вирішує конкретні завдання

У каталозі послуг детально описується типи очисних споруд (біологічні, механічні, хімічні). Фільтрація відбувається за параметрами (продуктивність, вартість, терміни будівництва). Приклад реалізації: клієнт обирає тип споруди → система показує варіанти з фото, технічними характеристиками та відгуками.

У калькуляторі вартості виконується автоматичний розрахунок ціни на основі витрати стічних вод, вибраних матеріалів (наприклад, нержавіюча сталь vs поліпропілен). Також є додаткові послуги (монтаж, обслуговування).

У системі управління замовленнями відстеження статусів у реальному часі ("в обробці", "на етапі проектування", "завершено"). Передбачено автоматичні сповіщення клієнтів про зміни (e-mail, SMS). Відображається історія взаємодій (запити, листування, файли).

База технічної документації містить хмарне сховище для креслень, договорів, дозволів. Передбачено контроль версій (можливість відкотитися до попередньої редакції). Є швидкий пошук за ключовими словами.

Аналітичний модуль містить візуалізацію даних у вигляді графіків (навантаження на бригади, фінансові показники), формування звітів у форматі PDF/Excel та є інтеграція з бухгалтерським ПЗ.

Запровадження системи дозволяє компанії досягти таких результатів:

- зниження витрат, тому що автоматизація зменшує потребу в додатковому персоналі для обробки документів на 20-30%;
- прискорення процесів: час оформлення замовлення скорочується з 3 днів до 1 години.
- зменшення помилок. Система сама виявляє конфлікти у даних (наприклад, накладання термінів у графіку робіт).

Після впровадження ІС будівельна компанія "Еко-Вода" зменшила витрати на адміністративні процеси на 25%, а кількість укладених договорів зросла на 40% завдяки зручному онлайн-сервісу.

Використання сучасних технологій (React.js, Node.js, MySQL) забезпечує високу продуктивність, безпеку та масштабованість.

## ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ НАПУВАЛКИ ДЛЯ БДЖІЛЬНИЦТВА

Бовчалюк Н.І., асистент; Волков С.А., магістрант;  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [natabov@btu.kharkiv.ua](mailto:natabov@btu.kharkiv.ua))

*Development and research of a system for controlling the temperature regime of a drinking bowl in beekeeping, which ensures high safety and reliability of operation.*

З літературних джерел і з практики бджоловодства відомо, що у процесі життєдіяльності бджолородини, (bee colonies), окрім вуглеводного та білкового кормів (мед та пилок) потрібна ще й звичайна вода. При цьому найбільш інтенсивне споживання води бджолоколонією відбувається у весняний та літній періоди. І якщо у літній період якихось специфічних проблем з організацією місць напування бджіл немає (окрім питань дотримання санітарних норм бджоловодства), то у весняний (а особливо ранньовесняний, відразу після першого обльоту бджіл) період виникає достатня кількість питань і проблем, як організаційного, так і технічного характеру. Вкажемо основні моменти організації місця забору води бджолами і ті технічні питання, що вимагатимуть уваги при його реалізації.

Спочатку згадаємо моменти, що не вимагають специфічних заходів як навесні, так і влітку та восени:

- вода у поїлці має бути у вільному доступі для бджіл у будь-який час, незалежно від наявності бджоляра на пасіці;
- поїлка для бджіл ніколи не має пересихати (відомо, що бджоли починають відшукувати нові джерела води і не повертаються до попередніх);
- вода у поїлці має відповідати санітарним нормам щодо нерозповсюдження заразних хвороб бджіл.

А тепер розглянемо особливості організації напувалки для бджіл саме у весняний період:

- вода у поїлці має містити певну незначну кількість солі (нормою вважається 5 г солі на літр води), при цьому перевагу надають морській солі;
- вода у поїлці має бути теплою (бажано у межах 25-35 °C).

Саме останній згаданий аспект вимагає організації підігріву води і підтримки значення температури у заданих межах за допомогою спеціальних технічних засобів або системи автоматичного керування. При цьому слід обов'язково враховувати такі моменти як: надійність обладнання; простота експлуатації і обслуговування непідготовленим персоналом (безпосередньо пасічником); вартість і доступність технічних засобів; питання безпеки експлуатації (у контексті ураження електричним струмом персоналу і пожежної безпеки); різницю у вартості електричної енергії для підігріву протягом доби; тощо.

Таким чином розробка оптимальної системи контролю температурного режиму поїлки допоможе пасічникам господарствам України організувати, достатньо простий, надійний та ефективний процес напування бджіл у будь-яку пору року незалежно від погодних умов та кваліфікації персоналу.

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГАЛЕТНОГО ПЕЧИВА**

Гончарова А.Д., студент, Нечитайло Ю.А., к.т.н., доц.  
(ДБТУ, м. Харків, Україна) nechitaylo@btu.kharkov.ua

*An automated control system for the production of biscuits is described. The principles of operation and advantages of such systems are analyzed. It is proposed to implement digital control of recipes through SCADA systems, IoT integration of temperature and humidity sensors.*

В умовах воєнного часу виробництво галетного печива набуває стратегічного значення, забезпечуючи стабільне постачання армії та населення продукцією, стійкою до зберігання та транспортування. Як показує історичний досвід, під час Другої Світової війни харчова промисловість адаптувалася до екстремальних умов, мобілізуючи ресурси для випуску продуктів із тривалим терміном придатності. Галети, як компактне джерело енергії, можуть стати аналогом сухарів, які масово використовувалися у солдатських пайках.

Галети не вимагають спеціальних умов зберігання (на відміну від хліба чи свіжих продуктів), що є критично важливим для постачання військ у тилу та на передовій. Їхнє виробництво в умовах нестачі сировини (борошна, цукру) могло бути оптимізовано за рахунок використання альтернативних інгредієнтів, наприклад, чорноплідної горобини або інших доступних компонентів. Галетне печиво забезпечує швидке наповнення енергії, що критично для солдатів. За умов дефіциту вітамінів чи мікроелементів їх виробництво включає збагачення цими речовинами для підвищення поживної цінності. Війна стимулювала перехід до поточно-цехових методів, що означає стандартизацію процесів з мінімальними витратами переналагодження устаткування. Автоматизація ліній дозволяє скоротити трудовитрати, що особливо важливо за мобілізації робочої сили на фронт. Це підкреслює важливість проблеми комплексної автоматизації процесу виготовлення галетного печива з метою енергозбереження, забезпечення високої якості продукції, ефективного використання виробничого обладнання, раціонального розходування інгредієнтів, зменшення впливу людського фактору, мінімізації відходів і росту продуктивності підприємства.

Пропонується впровадження цифрового управління рецептурами через SCADA-системи, IoT-інтеграція датчиків температури та вологості, що забезпечує довгострокову конкурентоспроможність підприємства. Економічний ефект досягається рахунок скорочення персоналу на 40%, зменшення енергоспоживання на 25% і підвищення виходу придатної продукції до 98%. Таким чином, автоматизація стає не просто покращенням, а необхідною умовою для виживання в умовах зростаючої конкуренції та суворих норм якості. В Україні такі системи автоматизованого управління використовуються на багатьох підприємствах харчової промисловості: UTF GROUP, ТОВ «Корінф Інжиніринг», ПрАТ «Харківська бісквітна фабрика», ТОВ «Житомирські ласощі», ПАТ «Концерн Хлібпром», ТОВ фірма «Грона» та інші.

**Література.** 1. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах : навч. посіб / [О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк]. – К. : Ліра-К, 2011. 552 с.

## ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕРНОСХОВИЩЕМ

Абраменко І.Г.к.т.н., доцент; Гриб Д.В., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The features of grain storage technology at the elevator are considered. The tasks of automation of this object are formed.*

Зерносховища служать для надійного захисту зернових культур від впливу атмосферних опадів, ґрунтових та наземних вод, від нашествия птахів, гризунів та комах. Крім цього, у зерносховищах проводяться такі важливі операції, як відбір, знезараження зерна, просушування, зберігання.

Зберігання та переробка зерна є складним взаємопов'язаним процесом, який для високої ефективності потребує використання сучасних, технічно досконалих автоматизованих систем.

Сучасний стан керування зерносховищами характеризується все більш широким використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій.

На даний момент більшість підприємств зберігає зерно у силосах (бункерах) різної місткості.

Важливою технологічною операцією зберігання зерна є його активне вентилявання - різновид конвективного способу сушіння продукту. Особливість такого способу полягає в досить низьких температурах агента сушіння, що не призводить до теплового травмування зерна. При цьому нерухомий шар зерна продувається потоком повітря, який поглинає вологу із зерна доти, поки не настане гігроскопічна рівновага зерна та повітря.

Такий оптимальний волого-температурний режим гарантовано запобігає виникненню процесів гниття та появі плісняви на поверхні зерна, а також пошкодженню шкідливими комахами.

Основними завданнями системи автоматизації вентилявання є:

- контроль рівня наповненості силоса;
- переміщення клапана повітряного потоку залежно від рівня зерна у силосі;
- контроль температури і вологості зерна та навколишнього повітря;
- захист від неправильної послідовності включення обладнання;
- автоматичне зупинення обладнання у разі виникнення аварійних ситуацій;
- можливість контролю технологічного процесу з єдиного диспетчерського пункту;
- можливість переведення системи в режим ручного керування;
- оптимізація споживання електричної енергії.

В задачі оптимізації комплексного управління режимами зернозбереження слід виділити слідуючі підзадачі:

- управління завантаженням зерна;
- управління вентиляторною установкою;
- управління калориферною установкою.

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ БАЗИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

Піскарьов О.М., к.т.н, доцент; Гриб К.О., магістрант;  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The solution is based on PostgreSQL with Citus and TimescaleDB extensions to support scalable and time-series data processing. The database is distributed across multiple nodes, enabling high availability, fault tolerance, and efficient data access. Experimental results demonstrate improved query performance, load balancing, and system stability under high data flow.*

У сучасному виробництві високий рівень автоматизації вимагає ефективного зберігання та обробки великих обсягів даних у режимі реального часу. Одним із ключових елементів такої інфраструктури є база даних, що забезпечує цілісність, доступність і швидкий обмін технологічною інформацією. У цьому контексті розподілені бази даних набувають особливої актуальності, оскільки дозволяють масштабувати систему керування, забезпечувати її відмовостійкість та мінімізувати затримки при роботі з територіально розподіленими об'єктами. Розподілена база даних — це система, у якій дані зберігаються не в одному центральному сховищі, а розподілені між кількома вузлами мережі. Такий підхід дозволяє кожному вузлу працювати незалежно, зберігаючи при цьому узгодженість даних і забезпечуючи високу швидкодію навіть при великому навантаженні. Важливими аспектами реалізації є реплікація, партиціонування, механізми синхронізації та забезпечення консистентності (наприклад, згідно з моделлю CAP-теорема).

У межах дослідження була реалізована прототипова розподілена база даних для автоматизованої системи керування виробництвом із використанням технологій PostgreSQL з розширенням Citus і TimescaleDB для обробки часових рядів. Було створено три вузли бази даних, що обслуговували різні підсистеми: контроль якості, логістика та моніторинг обладнання. Обмін даними відбувався через захищені канали з використанням протоколу gRPC, а реплікація здійснювалась у режимі near real-time.

У ході експериментів система була протестована в умовах інтенсивного потоку запитів від IoT-пристроїв. Отримані результати підтвердили переваги розподіленої архітектури: покращення часу відповіді запитів на 30–40%, зниження навантаження на окремі вузли та стабільність роботи при відмові одного з компонентів.

Таким чином, розробка та впровадження розподіленої бази даних у контексті автоматизованого керування виробництвом забезпечує високу масштабованість, надійність та адаптивність системи до змін виробничого середовища. Подальші дослідження можуть включати інтеграцію з хмарними платформами, використання NoSQL-рішень для неструктурованих даних і впровадження машинного навчання для інтелектуального аналізу зібраної інформації.

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ НА БАЗІ МІКРОСЕРВІСІВ

Піскарьов О.М., к.т.н, доцент; Деркач А.Є., магістрант;  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The system is built using independent, containerized services that communicate via MQTT and REST protocols. This architecture ensures high scalability, fault tolerance, and flexibility in managing complex industrial processes. Experimental results confirm improved performance, easy integration of new components, and efficient response to system events.*

У зв'язку з ускладненням виробничих процесів та потребою в гнучкості й масштабованості сучасних систем керування зростає інтерес до використання мікросервісної архітектури в автоматизації. Традиційні монолітні SCADA-або PLC-системи поступово замінюються на модульні рішення, в основі яких лежать мікросервіси — незалежні компоненти, що виконують окремі функції та взаємодіють між собою через стандартизовані API.

Мікросервісна архітектура дозволяє розділити технологічну систему на окремі блоки керування, такі як моніторинг стану обладнання, збір телеметрії, керування виконавчими механізмами, логування, аналітика тощо. Кожен мікросервіс розгортається окремо, масштабовується за потреби, легко оновлюється й тестується, що особливо важливо в умовах безперервного виробництва.

У рамках дослідження була розроблена прототипова система керування технологічними процесами, реалізована на базі контейнеризованих мікросервісів (Docker) з використанням протоколів MQTT та REST для обміну даними між компонентами. До складу системи входили сервіси для збору даних із сенсорів, керування виконавчими пристроями, обробки подій та візуалізації. Центральну роль у керуванні відігравав брокер повідомлень, що забезпечував асинхронну та масштабовану взаємодію між сервісами.

Для дослідження ефективності були змодельовані кілька сценаріїв: нормальна робота, часткове відмовлення сервісів, навантаження системи при великій кількості пристроїв. Результати показали високу стійкість архітектури до збоїв, гнучкість у масштабуванні та простоту інтеграції нових функцій. Порівняно з монолітними рішеннями, час реакції на події зменшився, а продуктивність зросла завдяки розподіленій обробці.

Таким чином, мікросервісна архітектура виявилася ефективною основою для побудови сучасних автоматизованих систем керування технологічними процесами. Її впровадження дозволяє підвищити надійність, адаптивність і керованість складних виробничих середовищ. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на впровадження механізмів самовідновлення, динамічної балансування навантаження та глибшої інтеграції з системами штучного інтелекту та хмарними платформами.

## РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

Добровольський Д.О., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Abstract. The paper considers the problems of information protection in automated management systems of agricultural enterprises. A protection method is proposed that combines cryptographic mechanisms and a multi-level access system. The main threats to information security are identified and measures are developed to eliminate them. An analysis of the effectiveness of the proposed method is carried out.*

Автоматизовані системи управління сільськогосподарськими підприємствами (АСУ СГП) відіграють важливу роль у сучасному аграрному секторі, забезпечуючи ефективне керування ресурсами, оптимізацію виробничих процесів і підвищення продуктивності господарств. Використання інформаційних технологій дозволяє здійснювати моніторинг стану посівів, контроль витрат, управління запасами, прогнозування врожайності та аналіз ринкових тенденцій. Завдяки інтеграції цифрових рішень фермерські господарства можуть значно підвищити конкурентоспроможність та економічну ефективність своєї діяльності.

Однак із розвитком автоматизованих систем управління виникають і нові загрози інформаційній безпеці. Незахищеність систем може призвести до несанкціонованого доступу до конфіденційних даних, втрати або модифікації інформації, витоку комерційних секретів, а також дестабілізації роботи підприємства. Основними викликами в галузі кібербезпеки є хакерські атаки, використання шкідливого програмного забезпечення, атаки на канали зв'язку та внутрішні загрози, спричинені ненавмисними або зловмисними діями персоналу.

Сучасні методи захисту інформації в АСУ СГП базуються на використанні криптографічних алгоритмів, контролю доступу, системи моніторингу та резервного копіювання даних. Зокрема, багаторівнева система автентифікації дозволяє розмежовувати права користувачів, зменшуючи ризик несанкціонованого доступу. Шифрування даних за допомогою алгоритмів AES-256 і передавання інформації через захищені протоколи SSL/TLS гарантує безпеку збереження та обміну інформацією. Додатково застосування технологій машинного навчання сприяє виявленню підозрілих дій користувачів і оперативному реагуванню на потенційні загрози.

Запропонований метод захисту інформації в автоматизованих системах управління сільськогосподарськими підприємствами включає кілька ключових етапів. Насамперед реалізується багаторівневий контроль доступу, що передбачає диференціацію прав користувачів відповідно до їхніх посадових обов'язків. Двофакторна автентифікація мінімізує ризик компрометації облікових записів, а журналювання всіх дій у системі дає змогу швидко виявляти порушення безпеки. Наступним етапом є криптографічний захист, що включає шифрування даних при їхньому збереженні та передаванні, а також використання електронного цифрового підпису для забезпечення автентичності документів.

Важливим елементом є система моніторингу та виявлення загроз, яка аналізує лог-файли та виявляє аномальну активність користувачів. Алгоритми аналізу поведінки дозволяють своєчасно ідентифікувати потенційні загрози та запобігати атакам на систему. Додатковий рівень безпеки забезпечує резервне копіювання даних, що відбувається автоматично з використанням хмарних сховищ і локальних носіїв. Регулярна перевірка цілісності резервних копій дозволяє забезпечити їхнє коректне відновлення у разі втрати або пошкодження інформації.

Ефективність запропонованого методу була перевірена на практиці. Результати тестування показали, що завдяки впровадженню комплексного захисту час виявлення загроз скоротився на 40%, витрати на відновлення інформації зменшилися на 30%, а кількість успішних атак на систему знизилася удвічі. Комплексний підхід до захисту інформації в АСУ СГП дозволяє суттєво знизити ризики, пов'язані з кібератаками, витоком даних та технічними збоями, без погіршення продуктивності системи.

Таким чином, розроблений метод захисту інформації в автоматизованих системах управління сільськогосподарських підприємств забезпечує високий рівень безпеки за рахунок поєднання криптографічних технологій, контролю доступу, моніторингу та резервного копіювання. Впровадження такого підходу сприяє захисту конфіденційної інформації, забезпеченню безперервності роботи підприємств та підвищенню стійкості до можливих загроз. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на застосування штучного інтелекту для автоматичної адаптації механізмів безпеки до нових загроз, що забезпечить ще ефективніший захист даних у сільськогосподарському секторі.

#### Список літератури

1. Бондаренко, С. А. Захист інформації в комп'ютерних системах: навч. посіб. / С. А. Бондаренко. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х. : ХНУРЕ, 2019. – 342с.
2. Державний стандарт України ДСТУ 8302:2015. Системи захисту інформації. Загальні вимоги до організації захисту інформації в автоматизованих системах / ДСТУ 8302:2015. – К. : Держспецзв'язку України, 2015. – 65 с.
3. Коваленко, В. І. Автоматизовані системи управління: теорія і практика / В. І. Коваленко. – 3-тє вид. – Одеса : ОНУ ім. І. І. Мечникова, 2018. – 478 с.
4. Сергієнко, Ю. П. Кібербезпека: основи теорії та практики / Ю. П. Сергієнко, В. М. Коваленко. – К. : Наукова думка, 2020. – 312 с.
5. Мельник, І. В. Системи автоматизації в сільському господарстві / І. В. Мельник. – Х. : ХНАУ, 2017. – 210 с.
6. Шевченко, А. В. Кіберзагрози в аграрному секторі / А. В. Шевченко. – К. : Академперіодика, 2019. – 174 с.



## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АСУ В ЦУКРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Ляшенко С.О., д.т.н., професор; Фесенко А.М., ст. викладач; Кісь В.М., к.т.н., доцент; Єна В.М., студент.  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article examines approaches to effective sugar production management. The main directions of sugar production management are identified. It is proposed to use the ANSI/ISA-95 standard for developing an automated interface between enterprises and sugar production management systems.*

До найбільш актуальних проблем сьогодення в цукровому виробництві відноситься необхідність оптимізувати споживання енергії, зменшення матеріальних витрат, збільшення використання активів та пропускну спроможність. Стратегічні цілі виробників цукру є простими: забезпечити конкурентоспроможну продукцію, підвищити рентабельність в умовах зростаючої глобалізації та підвищеної вартості продукту [1, 2].

Автоматизація процесу виробництва цукру призводить до підвищення ефективності виробництва, рівномірної якості з мінімальними втратами енергії та впливом на навколишнє середовище. Існують, як правило, три типи автоматизації:

- наглядний контроль та збір даних (НКТЗД);
- програмований логічний контролер (ПЛК);
- система розподіленого управління (СРУ).

Для розробки автоматизованого інтерфейсу між підприємствами та системами управління запроваджено стандарт ANSI / ISA-95 або ISA-95, що був введений та застосований у всіх галузях промисловості і в усіх різновидах процесів, таких як пакетні, безперервні та повторювані.

**Метою роботи** є застосування ISA-95, що полягає у забезпеченні послідовної термінології при виконанні всього циклу управління цукровим виробництвом, яка є основою для зв'язку постачальників та виробників.

Існує п'ять рівнів ISA-95 (рівень від 0 до 4):

Рівень 0. Визначає фактичні фізичні процеси.

Рівень 1. Визначає діяльність, пов'язану з відстеженням та впливом на фізичні процеси і є традиційним інструментальним рівнем із системами ПЛК.

Рівень 2. Визначає активність моніторингу та контролю фізичних процесів. ПЛК працюють тут, збираючи всі дані процесу з Рівня 1.

Рівень 3. Визначає діяльність робочого потоку для отримання бажаної кінцевої продукції. Він безпосередньо не контролює процес, але стежить за продукцією та цілями. Як правило, вони (рівні) управляються за допомогою виробничих систем виконання (ВСВ). І саме тут приймаються рішення з Управління Виробничими Операціями (УВО).

Рівень 4. Визначає пов'язану з бізнесом діяльність, необхідну для управління виробничою організацією [1 -3].

Схема 1 відображує практичний приклад того як описана вище модель ISA-95 може застосовуватися до цукрової промисловості.



Схема 1 – Обмін даними в цуровому виробництві та рішення щодо оптимізації на відповідних рівнях ISA-95.

Дані в реальному часі обмінюються між Рівнем 0 та Рівнем 1. Дані про процес передаються для моніторингу та контролю на Рівень 2 (представлені матеріалом для відправлення вихідних товарів).

Тим часом, Рівень 3 (представлений ВСУ та УВО) організовує та аналізує дані, та подає їх у форматі, завдяки якому легше приймати рішення.

Розподілені між Рівнем 3 та Рівнем 4 дані (представлені КРП) зазвичай є ресурсами, можливостями виробництва, визначенням продукту, графіком виробництва та продуктивністю виробництва. УВО – це модульна система, коли користувачі вибирають модулі, які потрібно реалізувати.

Бібліотека програм для цукрового виробництва являє собою повний, послідовний і всеохоплюючий баланс даних програмного забезпечення усіх технологій застосування цукру [1, 2].

**Висновки.** В результаті застосування запропонованої системи управління, побудованої на використанні останніх методів автоматизації, можна вирішувати такі галузеві проблеми в цукровому виробництві як оптимізація витрат енергії, зниження матеріального споживання та витрат, забезпечення балансу запасів та попиту, збільшення використання ресурсів та пропускної спроможності, зменшивши час очікування, поліпшення якості, зменшення помилок та відходів, максимізація відстежуваності сировини та виконання вимог регулювання, а також можливе економічне та/або гнучке виробництво.

### Список літератури.

1. Координація функціонування технологічних дільниць цукрового заводу з урахуванням задач прогнозування / А. П. Ладанюк та ін. // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2006. № 6. С. 112-115.
2. Енергозбереження на цукрових заводах України / К. О. Штангеев та ін. *Цукор України*. 2014. № 2 (98). С.14-17.
3. Ляшенко С.О., Кісь В.М., Фесенко А.М., Ляшенко О.С. Автоматизоване управління безпечними режимами роботи випарної установки цукрового заводу. ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ VIII Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті І.І. Мартиненка 13-14 червня 2019р., Мелітополь, - С41.

## ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВОДОПОСТАЧАННЯМ

Абраменко І.Г.к.т.н., доцент; Журавель О.А., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The features of water supply of a farm are considered. The requirements for the automation system of water supply of a farm are defined*

Водопостачання відповідно до потреб споживача здійснюється за допомогою насосних станцій систем водопостачання, які включають комплекс споруд та обладнання: насосні агрегати, трубопроводи та допоміжні пристрої (наприклад, трубопровідну арматуру). Склад споруд, їх конструктивні особливості, тип і число основного та допоміжного обладнання визначаються виходячи з принципів комплексного використання водних ресурсів та охорони природи з урахуванням призначення насосної станції та технологічних вимог, що висуваються до неї.

Введення автоматизації управління насосними станціями є одним із найважливіших напрямів технічного прогресу в галузі подачі води у населених пунктах та сільськогосподарських підприємствах.

Основними завданнями систем водопостачання є:

- безперервна подача води;
- підтримання заданого тиску у трубопроводі споживача;
- захист від різноманітних аварійних ситуацій;
- можливість контролю технологічного процесу з єдиного диспетчерського пункту;
- можливість переведення системи в режим ручного керування технологічним процесом.

Питання підвищення ефективності водопостачання є одним із засобів забезпечення ефективного функціонування будь-якого фермерського господарства.

Системи водопостачання характеризуються далеко не оптимальним режимом роботи і являються енергозатратними технологіями. Для ефективного функціонування водопостачальних систем необхідно забезпечити управління електроспоживанням на всіх рівнях з урахуванням особливостей технологічного процесу, можливих оптимізаційних критеріїв та обмежень.

Електроспоживання водопостачальної системи залежить від режиму роботи її структурних елементів на кожному рівні. Для оптимізації режиму електроспоживання системи подачі та розподілу води необхідно в першу чергу забезпечити оптимізацію режимів роботи на кожному рівні.

В задачі оптимізації управління режимами систем водопостачання можна виділити наступні підзадачі:

- управління насосними агрегатами;
- управління запасами чистої води в резервуарах на основі прогнозу водоспоживання;
- моделювання гідравлічних режимів мережі.

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Демченко К.В., доцент; Зубенко Ю.С., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The article investigates methods for predicting component failures in automation systems using statistical analysis, physical modeling, and artificial intelligence approaches to enhance reliability and maintenance efficiency.*

Автоматизація є невід'ємною частиною сучасних промислових підприємств і суттєво впливає на ефективність та стабільність виробничих процесів. Надійність функціонування автоматизованих систем значною мірою залежить від безперебійної роботи їх компонентів. Однак навіть незначні відмови елементів здатні спричинити суттєві простої виробництва, аварії чи економічні втрати. У зв'язку з цим, розробка ефективних методів прогнозування відмов, що дозволяють завчасно виявляти потенційні несправності елементів, є важливим науково-практичним завданням.

Методи прогнозування відмов елементів систем автоматизації базуються на аналізі даних про стан обладнання, експлуатаційних параметрів та характеру зміни показників у часі. Значного поширення набули підходи, що враховують статистичні закономірності накопичення відмов та процеси фізичного зношування компонентів. Використовуючи математичні моделі, які описують тенденції змін працездатності елементів, можна своєчасно передбачити виникнення несправностей та заздалегідь виконати профілактичні заходи.

В останні роки активно розвиваються підходи, які ґрунтуються на аналізі великих обсягів експлуатаційних даних. Використання сучасних інструментів аналізу даних, зокрема методів штучного інтелекту, дозволяє виявляти приховані залежності, прогнозувати терміни роботи обладнання без відмов та оперативно реагувати на погіршення стану компонентів. Ці методи характеризуються високою точністю прогнозування і здатністю до адаптації до різних умов експлуатації.

Особливу увагу дослідники приділяють моделюванню процесів деградації фізичних характеристик елементів систем автоматизації. Такі моделі базуються на описі фізичних механізмів зношування, корозії, втоми матеріалів, що дозволяє прогнозувати ресурс обладнання з врахуванням конкретних умов експлуатації. Вибір конкретного підходу прогнозування відмов визначається типом обладнання, доступністю даних та необхідним рівнем достовірності прогнозів.

Таким чином, прогнозування відмов елементів систем автоматизації є комплексним завданням, що вимагає поєднання методів аналізу даних та фізичного моделювання. Завчасне виявлення можливих несправностей дозволяє значно підвищити надійність роботи автоматизованих систем та уникнути економічних і технологічних ризиків. Подальший розвиток і вдосконалення цих методів сприятиме зростанню ефективності управління ресурсами та забезпечить безперервність технологічних процесів у промисловості.

## ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ І МОНІТОРИНГУ ВОЛОГОСТІ У ПРИМІЩЕННІ

Бовчалюк Н. І., асистент; Качала І. О., магістрант;

(ДБТУ, м. Харків, Україна, [natabov@btu.kharkiv.ua](mailto:natabov@btu.kharkiv.ua))

*Development of an intelligent indoor humidity control and monitoring system that ensures simplicity and reliability of operation and low cost*

Підтримка оптимальних параметрів мікроклімату у виробничих і житлових приміщеннях була і є актуальною задачею для спеціалістів з автоматизації виробничих процесів. Зазвичай серед параметрів, що контролюються, переважно фігурують температура і вологість. І якщо системи автоматичної підтримки температури мають безліч варіантів рішень більшою чи меншою складністю і точності підтримки параметра, то щодо контролю вологості, ситуація є значно більш складною. Можна виділити ряд напрямків і підходів, що характерні для систем підтримки вологості у приміщенні. Розглянемо їх у порядку зростання складності та, як наслідок, вартості:

- реалізація найпростіших систем за принципом жорсткої логіки (система датчик-виконавчий елемент). Зазвичай системи такого типу підтримують вологість у приміщенні лише за верхнім (вмикання осушувача повітря або вентиляції) або за нижнім значенням вологості (вмикання зволожувача повітря);

- системи контролю параметрів на базі мікроконтролерів. Системи такого типу можуть включати як підтримання вологості у заданому діапазоні (можуть містити виконавчі елементи обох типів – зволожувачі та осушувачі повітря), так і температури у приміщенні. При цьому, зазвичай саме підтримка температури є основним параметром, а вологість вторинним;

- системи контролю на базі комп'ютерної техніки. Прикладом може слугувати рішення на базі універсальної вільної операційної системи для керування пристроями інтернету речей різних виробників, а також їхньої автоматизації – Home Assistant. Переважно це рішення для комплексної автоматизації, що отримали назву «розумний будинок».

Рішення першого типу, не дивлячись на свою простоту і ціну, далеко не завжди є раціональними, бо не враховують природні коливання вологості повітря навколишнього середовища. Рішення другого і, особливо, третього типу мають високу вартість і вимагають наявності спеціалістів з налагодження, періодичного обслуговування, оновлення ПЗ, тощо. У той же час завдяки появі сучасних автономних датчиків і шлюзів, що працюють за технологіями Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth та спеціалізованих хмарних сервісів (наприклад TuYa), існує можливість створення достатньо простої, надійної та недорогої системи підтримки вологості у приміщенні.

Таким чином система контролю і моніторингу вологості у приміщенні на базі хмарних сервісів та бездротових датчиків дозволить реалізувати ефективну інтелектуальну систему, доступну для багатократного відтворення, матиме невелику вартість та простоту в налагодженні та експлуатації.

## ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИГОТУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

Абраменко І.Г.к.т.н., доцент; Кучков В.С., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The features of the technological process of brewing wort are analyzed. The requirements for automation of this process are defined.*

В Україні існують значні перспективи для збільшення обсягів споживання пива. Поки що споживанням пива Україна значно поступається країнам Європейського Союзу, що свідчить про значні можливості вітчизняних пивоварних компаній.

Впровадження розроблених і випробуваних у виробничих умовах високопродуктивних технологій та новітнього обладнання має прискорити темпи технічної реконструкції виробництва пива та безалкогольних напоїв.

Одним із важливих факторів, що впливає на характер майбутнього пива, є приготування пивного сусла.

Автоматизація технологічних процесів виробництва пива дозволяє підвищити вхідний та вихідний контроль якості продукції, керувати біотехнологічними процесами, виключити порушення технологічного циклу, знизити виробничі витрати. АСУ ТП пивоварного виробництва ефективно вирішує завдання щодо підвищення рентабельності та конкурентоспроможності підприємств.

Власники пивоварних заводів зазначають, що автоматизація приносить економічний зиск за рахунок оптимізація технологічних процесів, а саме:

- зменшення собівартості готового напою;
- підтримання параметрів у необхідному діапазоні;
- зниження аварій, поломок та простоїв обладнання;
- підвищення продуктивність праці;
- зменшення часу на обробку та вихід продукту;
- скорочення цехових та загальнозаводських витрат;
- покращення якості готового напою.

Виділимо основні функції автоматизованої системи управління технологічним процесом пивного заводу:

- підтримка основних технологічних параметрів у заданих межах (температура, вологість, вміст вуглекислого газу, тощо);
  - контроль якості на всіх етапах: від надходження сировини до лінії розливу;
  - попередня сигналізація та автоматична зупинка виробництва у разі недотримання будь-яких параметрів або збоїв;
  - дистанційне керування технологічним обладнанням;
  - візуалізація стану технологічних установок та обладнання;
- зберігання та обробка інформації, формування звітів та прогнозів, передача інформації про процес виробництва в інформаційну систему загального користування.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АГРОПРОМИСЛОВИМ КОМПЛЕКСОМ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ БЕЗПЕКИ

Ладоненко Д. В., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Abstract. The paper considers methods for improving automated control systems for agro-industrial complexes in order to increase their security. The use of modern cybersecurity technologies, artificial intelligence, and blockchain technologies is proposed to protect data and increase system reliability.*

Автоматизовані системи керування агропромисловими комплексами (АСК АПК) є важливим елементом сучасного сільського господарства, що дозволяє оптимізувати процеси виробництва, підвищити ефективність використання ресурсів та знизити витрати. Вони включають в себе різноманітні компоненти, як-от автоматичні регулювальні системи, датчики, системи моніторингу, засоби управління обладнанням тощо. Однак з підвищенням рівня автоматизації та цифровізації виникають нові виклики, зокрема пов'язані з безпекою таких систем. Загрози кібербезпеки, несанкціонований доступ до даних і збої в роботі системи можуть призвести до серйозних наслідків, таких як економічні втрати, пошкодження обладнання або навіть порушення технологічних процесів. Тому питання забезпечення безпеки автоматизованих систем керування АПК є надзвичайно актуальним. Метою цієї роботи є розгляд методів підвищення безпеки АСК АПК шляхом вдосконалення її технологічної та програмної інфраструктури.

Однією з основних проблем безпеки автоматизованих систем є кіберзагрози, зокрема атаки на інфраструктуру системи, спроби несанкціонованого доступу до критичних даних або збої в роботі апаратних компонентів. Такі атаки можуть мати різноманітні форми, від шкідливого програмного забезпечення до більш складних та організованих кібератак. Крім того, існують загрози, пов'язані з фізичним доступом до компонентів системи. Якщо агропромисловий комплекс має відкриті точки доступу або недостатньо захищене обладнання, зловмисники можуть маніпулювати системою, викликаючи серйозні порушення в роботі. Особливо це актуально для великих аграрних підприємств, де взаємодія численних компонентів автоматизованої системи є критично важливою для забезпечення безперебійної роботи.

Для підвищення безпеки автоматизованих систем необхідно розробити і впровадити низку технологічних та організаційних заходів. Одним із найбільш перспективних підходів є використання штучного інтелекту (ШІ) для моніторингу та аналізу роботи системи. Завдяки застосуванню алгоритмів машинного навчання можна виявляти аномалії в роботі обладнання або програмного забезпечення ще на ранніх етапах їх виникнення, що дає змогу оперативно реагувати на можливі загрози. Також ШІ здатен прогнозувати виникнення збоїв, надаючи можливість для проактивного усунення проблем до того, як вони призведуть до

серйозних наслідків.

Іншим важливим елементом захисту є використання блокчейн-технологій для забезпечення цілісності та безпеки даних, що обробляються в автоматизованій системі. Блокчейн дозволяє створити децентралізовану систему збереження інформації, де кожна транзакція або зміна даних реєструється в розподіленому реєстрі, що унеможливорює підробку або несанкціоновану зміну інформації. Це дозволяє забезпечити високу ступінь довіри до даних і уникнути їх маніпуляцій, що є важливим аспектом для агропромислових комплексів, де точність та достовірність даних є критично важливими.

Захищені комунікаційні протоколи також мають велике значення для забезпечення безпеки системи. Використання методів шифрування даних дозволяє забезпечити їх конфіденційність під час передачі між різними компонентами АСК АПК, такими як датчики, регулювальні пристрої та сервера. Використання віртуальних приватних мереж (VPN) для захищеного з'єднання між віддаленими частинами системи дозволяє значно знизити ризик перехоплення даних або атак на канали зв'язку.

Не менш важливою складовою є система багаторівневої автентифікації для доступу до критичних компонентів системи. Впровадження двофакторної автентифікації, а також використання біометричних даних або спеціальних смарт-карт для підтвердження особи дозволяє знизити ймовірність несанкціонованого доступу до системи. Такі заходи забезпечують додатковий рівень захисту, особливо у великих агропромислових комплексах, де доступ до даних та управлінських функцій може бути обмежений для різних категорій користувачів.

Використання сучасних технологій кібербезпеки, таких як штучний інтелект, блокчейн, захищені комунікаційні протоколи та багаторівнева автентифікація, дозволяє значно підвищити рівень безпеки автоматизованих систем керування агропромисловими комплексами. Запропоновані підходи дозволяють забезпечити надійний захист від зовнішніх і внутрішніх загроз, що є необхідним для безпечної та ефективної роботи сучасних аграрних підприємств. Впровадження таких рішень сприятиме стабільному розвитку агропромислового комплексу, зменшить ризики технологічних збоїв і дозволить підвищити конкурентоспроможність підприємств на ринку.

#### Список літератури

1. Шевченко А. І. Безпека автоматизованих систем: підручник / А. І. Шевченко, В. О. Коваленко. - К.: Наукова думка, 2017. - 312 с.
2. Петренко С. В. Основи кібербезпеки: навчальний посібник / С. В. Петренко. - Харків: ХНУРЕ, 2018. - 240 с.
3. Смирнов І. А. Системи автоматизованого управління агропромисловим комплексом / І. А. Смирнов, О. В. Мельник. - К.: Видавництво "Техніка", 2020. - 335 с.



## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІ РЕГІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ З РОЗПОДІЛЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ

Тимчук С.О., д.т.н., доцент; Литвиненко А.С., магістрант,  
(СумДУ, м. Суми, Україна)

*An information technology solution for the reconstruction of regional power supply systems is proposed. Modern protocols (MQTT, Modbus, OPC-UA) and Python, React.js, PostgreSQL, and cloud platforms (GCP, AWS) are used.*

Сучасна електроенергетична система регіонів стикається з численними викликами, такими як зростаюче навантаження на централізовані мережі, необхідність підвищення енергоефективності та інтеграція відновлюваних джерел енергії. Ефективна реконструкція регіональних енергомереж можлива лише за умови використання сучасних ІТ-рішень для управління генерацією, споживанням і розподілом електроенергії.

Архітектура системи що пропонується. Система базується на модульному підході та складається з таких компонентів: датчики та вузли моніторингу; централізований сервер обробки даних; система прогнозування та оптимізації; інтерфейс користувача (веб-додаток або мобільний додаток); модуль керування енергетичними ресурсами. Архітектура системи орієнтована на інтеграцію із сучасними протоколами комунікації (MQTT, Modbus, OPC-UA).

Мова програмування: Python – для реалізації серверної частини, обробки даних, алгоритмів прогнозування та оптимізації енергоспоживання; JavaScript (React.js) – для створення веб-інтерфейсу користувача; TypeScript – забезпечує типізацію та надійність фронтенд-додатку.

База даних: PostgreSQL – зберігання історичних та поточних даних про споживання та генерацію електроенергії; TimescaleDB – розширення для PostgreSQL - зберігання часових рядів даних.

Системи збору та обробки даних: Node-RED – для інтеграції IoT-пристроїв і керування потоками даних; MQTT Broker (EMQX або Mosquitto) – протокол для обміну даними між пристроями та сервером у реальному часі; Prometheus + Grafana – для моніторингу стану енергосистеми та візуалізації даних у реальному часі.

Хмарні технології: Google Cloud Platform (GCP) або AWS – для розміщення серверної частини, обробки великих обсягів даних і машинного навчання; Docker та Kubernetes – для контейнеризації та оркестрації сервісів.

Алгоритми прогнозування та оптимізації: TensorFlow та Scikit-learn – реалізація моделей машинного навчання для прогнозування попиту та виробництва електроенергії; Pyomo – бібліотека для математичної оптимізації розподілу енергетичних ресурсів; XGBoost – алгоритм градієнтного бустингу для точнішого прогнозування енергоспоживання.

Таким чином, запропонована інформаційна технологія реконструкції регіональної системи електропостачання дозволяє підвищити її ефективність, зменшити втрати та забезпечити стабільне енергопостачання в умовах зростаючої частки розподіленої генерації.

## ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ МІКРОКЛІМАТОМ В ОВОЧЕСХОВИЩІ

Абраменко І.Г. к.т.н., доцент; Ліфенцев О.Є., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*A study was conducted on the state of automation of microclimate parameters in potato storage, and their positive and negative aspects were considered.*

Автоматизація сільськогосподарського виробництва підвищує надійність, збільшує термін служби, покращує умови праці, покращує професійну безпеку, робить керування більш зручним, зменшує використання робочих та економічних витрат та покращує обсяг та якість продукту. Автоматизація сільського господарства має свої унікальні характеристики, тому що найважливіші технічні процеси сільськогосподарського виробництва пов'язані з біологічними процесами. Мікрокліматичні параметри можуть бути реалізовані на основі використання контакторів і реле та на основі контролера. Реалізація на основі контролера є більш розумною, що обумовлюється такими факторами:

- підвищення надійності (виключення зі схеми великої кількості та моніторинг виконуваного процесу в режимі реального часу);
- функціональність (у випадку зміни технологічного процесу - часу спрацьовування, затримок, черговості виконуваних процесів, уставок, можна обійтися без впровадження нових елементів схеми шляхом перепрограмування контролера);
- економічна доцільність (вартість нижча за вартість апаратури, яка використовується без застосування контролера. У багатьох випадках застосування контролерів не потребує наявності постійного обслуговуючого персоналу);
- простота виконання (зручний та доступний інтерфейс контролера дає змогу реалізовувати на ньому необхідні завдання при мінімумі зусиль);
- можливість моніторингу (контролер дозволяє виконувати контроль і моніторинг виконуваного процесу в режимі реального часу).

Після модернізації система повинна забезпечувати:

- контроль та підтримання у встановлених межах основних параметрів мікроклімату у приміщенні (температури та вологості) згідно з вимогами щодо зберігання картоплі;
- заощадження енергоресурсів, що витрачаються для утворення та підтримання мікроклімату.

Система автоматизації параметрами мікроклімату повинна забезпечувати:

- контроль температури і вологості в складському приміщенні;
- зміну температури в приміщенні за заданим алгоритмом;
- зміну рівня вологості;
- керування параметрами мікроклімату автоматично;
- керування параметрами мікроклімату вручну;
- наявність запрограмованих режимів зміни мікроклімату в залежності від вимог до умов зберігання.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ЗГУЩЕНОГО МОЛОКА

Мещеряков В.В., бакалавр, Панов А.О.

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

e-mail: [panovanton1994@gmail.com](mailto:panovanton1994@gmail.com)

*The main and important parameters of condensed milk production, which fundamentally affect the quality of the product, were investigated.*

Виробництво згущених молокозмісних продуктів із цукром з відновленої молочної сировини та рослинних жирів стає актуальним, оскільки забезпечує стабільність обсягів випуску продукції незалежно від сезону року.

Молочні консерви користуються попитом у населення завдяки високій поживній цінності та здатності до тривалого зберігання без істотних змін органолептичних і фізико-хімічних властивостей [1].

Одними з головних споживачів згущеного молока комбінованого складу сировини є виробники кондитерських, хлібобулочних виробів, морозива. Згущені молокозмісні продукти широко використовуються для виробництва цукерок Ірис, молочних типу Корівка, збивних, помадних і лікерних цукерок, асорті, начинок для цукерок, виготовлення тортів, тістечок, рулетів, кремів, начинок для глазурованих сирків, морозива тощо.

Приймання, очищення, охолодження та проміжне зберігання молока (рис. 1). У виробництві згущеного стерилізованого молока особливу увагу приділяють якості вихідної сировини. Молоко має бути не тільки якісним за органолептичними показниками, вмістом жиру та кислотністю, а й термостійким (стабільним щодо високої температури). Термостійкість залежить від сольового складу молока, тому в молоці для виготовлення згущеного стерилізованого молока, різними методами виявляють ступінь порушення балансу солей. Для цього використовують пробну стерилізацію, кислотно-кип'ятильну, хлоркальцієву та алкогольну проби.

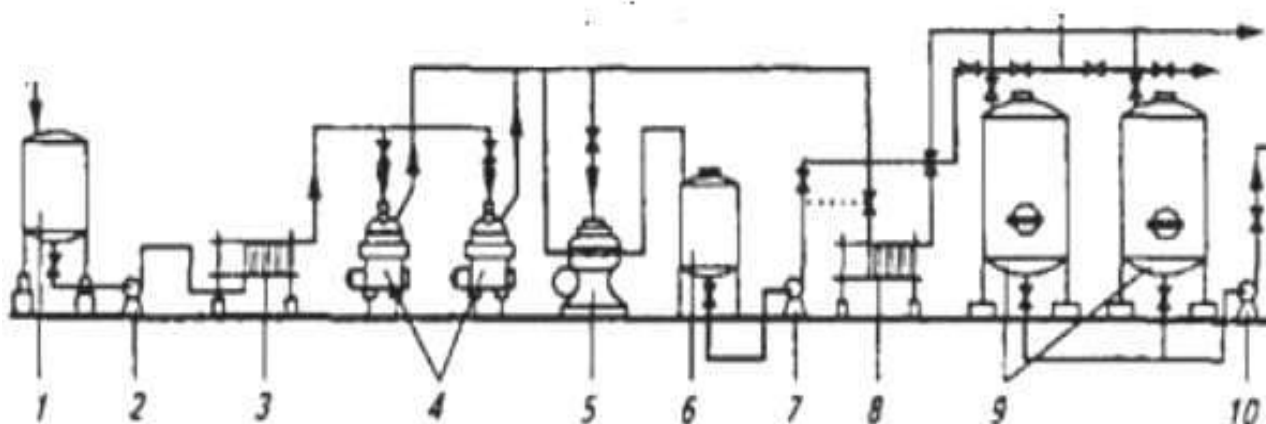


Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва згущеного молока

Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва згущеного молока (рис. 2) представляє пронумеровані блоки з шляхом послідовного запиту до датчика та вмикання виконавчого механізму [2]. Представимо

короткий опис дос хеми, блок 2 подає сигнал на блок 4 (не має бути увімкненим), який передає сигнал на блок 6, який перевіряє нижній рівень у видатковому бункері. Вмикається сигнальне табло "ПУСК" (блок 3), сигнальне табло роботи таймера (блок 7). Вмикається таймер сигналізації запуску (блок 8), після 15 секунд сигналізації (перевіряється блоком 9) вмикається етекитувальна машина (блок 11) і вмикається привод миечно-сушильного агрегату (блок 12). В цей момент вмикається сигнальне табло роботи таймера і також вмикається сигнальне табло роботи заочувальної машини та табло роботи привода наповнювача (блок 10).

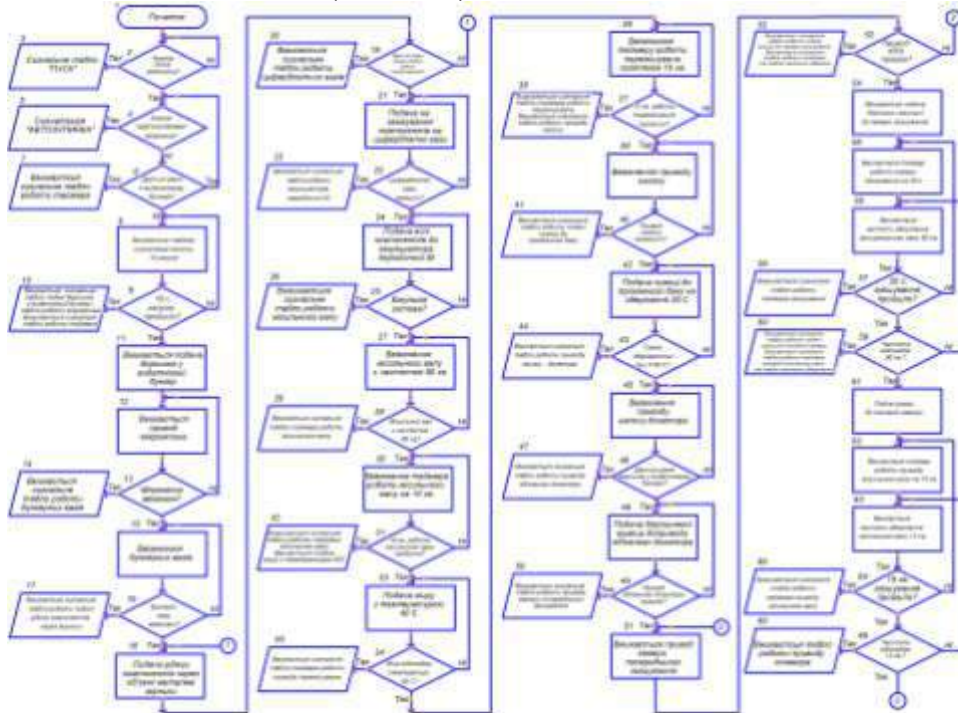


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва згущеного молока

### Література:

1. Молоковмісні консерви та методи визначення їх якості: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Ресурсоощадні технології переробки продукції тваринництва» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» / Держ. біотехнологічний унт; авт.-уклад.: Т.М. Рижкова, І.М. Гейда. – Харків : [б. в.], 2024. – 39 с.

2. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології»; уклад. А. О. Панов. Х.: ДБТУ, 2023. 36 с.

## РОЗРОБКА СУЧАСНИХ ДОДАТКІВ НА ASP.NET CORE

Демченко К.В., доцент; Мірошніченко М.В., студентка  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The article discusses key features of ASP.NET Core, highlighting its cross-platform nature, modularity, security, and efficiency for developing scalable web applications.*

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується активним впровадженням веб-додатків, які мають високу продуктивність, масштабованість та захищеність. Однією з найбільш популярних платформ для створення таких додатків є ASP.NET Core — відкрита, кросплатформна технологія від компанії Microsoft, яка забезпечує розробникам гнучкість у створенні веб-застосунків та мікросервісів.

ASP.NET Core здобуває значну популярність завдяки великій спільноті розробників, відкритому вихідному коду та регулярним оновленням платформи. Завдяки цьому розробники мають постійний доступ до новітніх рішень, технологій та бібліотек, що значно прискорює процес створення програмного забезпечення. Важливим фактором також є можливість інтеграції ASP.NET Core з іншими популярними технологіями та фреймворками, такими як React, Angular та Vue.js, що дозволяє створювати потужні, інтерактивні веб-додатки.

ASP.NET Core вирізняється кількома важливими особливостями, що роблять його привабливим для створення сучасних веб-додатків. По-перше, це кросплатформність, яка дозволяє запускати додатки не тільки на Windows, а й на Linux та macOS. Це значно спрощує процес розгортання програмного забезпечення в різних середовищах.

По-друге, модульність та мінімалізм архітектури ASP.NET Core забезпечує можливість використання лише необхідних компонентів, що позитивно впливає на швидкість роботи та простоту підтримки застосунків. Окрім того, потужні засоби автоматизації, такі як вбудована підтримка контейнеризації з Docker і Kubernetes, значно полегшують процес масштабування та розгортання додатків у хмарних середовищах.

Важливим аспектом ASP.NET Core є високий рівень безпеки. Платформа пропонує широкі можливості автентифікації та авторизації, підтримує інтеграцію з різними провайдерами ідентифікації, що забезпечує захист даних та відповідність сучасним стандартам безпеки.

Крім того, ASP.NET Core має ефективний механізм асинхронного програмування, що дозволяє створювати швидкі та продуктивні додатки, здатні обробляти значні обсяги даних і велику кількість одночасних запитів без істотного навантаження на серверні ресурси.

Таким чином, ASP.NET Core є перспективним і ефективним рішенням для розробки сучасних веб-додатків, що відповідають високим стандартам продуктивності, надійності та безпеки. Використання цієї платформи забезпечує суттєві переваги при реалізації складних і масштабних проєктів.

## ДОСВІД ПРОХОДЖЕННЯ КУРСУ "ВСТУП ДО КІБЕРБЕЗПЕКИ" ВІД CISCO NETWORKING ACADEMY

Чалий І.В., к.т.н., доцент, Міхальова К.М., студентка  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Cybersecurity professionals emphasize the importance of self-education. Cisco Networking Academy resources significantly contribute to this.*

Важливою складовою навчання студентів спеціальності 125 – Кібербезпека та захист інформації є самостійна робота. Серед численних можливостей для самоосвіти з кібербезпеки нашу увагу привернула відома Cisco Networking Academy, яка пропонує на сьогодні багато курсів та сертифікацій в галузі мереж, кібербезпеки, програмування та іншої тематики. По кожному з запропонованих курсів надається докладна інформація по його змісту, термінам проходження, авторам курсу тощо.

Курс "Вступ до кібербезпеки" позиціонується як початковий серед численних інших курсів з даної тематики. Він розрахований на самостійне проходження в зручний для студента час, гарно ілюстрований, має багато додаткових матеріалів (в тому числі мультимедійних), перекладений українською, повністю безкоштовний, надає відповідний сертифікат.

Після реєстрації можлива початкова перевірка своїх знань, а також обов'язково треба передивитися матеріали довідника з навігації по курсу.

Основний зміст включає 5 розділів та фінальний тест. Програма курсу дуже гарно поглиблює знання, що викладаються студентам спеціальності 125 – Кібербезпека та захист інформації в дисципліні Вступ до фаху і академічна добросовісність, перш за все через численні практичні приклади та відповідні відеоматеріали. Розділи курсу наступні:

1. Вступ до Кібербезпеки.
2. Атаки, поняття та методи.
3. Захист даних і конфіденційність.
4. Захист організації.
5. Чи готові Ви пов'язати своє майбутнє з кібербезпекою?
6. Підсумковий іспит курсу.

В порівнянні з деякими іншими подібними курсами (перш за все на платформах «Дія. Освіта» та Prometheus) він виявився дуже докладним і, так би мовити, більш професійним. Серед небагатьох недоліків варто зазначити незначні вади перекладу, доволі жорстке обмеження на 500 символів для своїх міркувань у відповіді на деякі запитання, окремі похибки в матеріалах підсумкового іспиту курсу. Також є питання до відповідності заявлених 6 годин на його проходження з реальними потребами в часі (на нашу думку не менше 30 годин) навіть без розгляду численних додаткових матеріалів.

Тематика курсу надалі чудово поглиблюється та доповнюється іншими численними курсами Академії Cisco для спеціальності 125.

**Висновки.** Багато фахівців з кібербезпеки вважають самоосвіту важливою складовою підготовки. Мережева академія Cisco може значно посприяти цьому процесу.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ВЕРШКОВОГО МАСЛА

Носік Д.І., бакалавр, Панов А.О.

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

e-mail: [panovanton1994@gmail.com](mailto:panovanton1994@gmail.com)

*The main and important parameters of butter production, which fundamentally affect the quality of the product, were investigated.*

Молочна промисловість забезпечує населення країни високоякісними продуктами харчування, серед яких вершкове масло займає чи не найголовніше місце. В нашому житті цей продукт харчування займає особливе місце.

Незалежно від виробництва і виду виробленого масла початковим продуктом для його виробництва являється високожирні вершки, які одержують в результаті сепарації молока і вершків. Вершки можуть використовуватись свіжі, або біологічно сквашувані (сквашування проходить при допомозі молочнокислих бактерій), із яких відповідно виготовляють солодковершкове і кисловершкове масло.

Технологічний процес утворення масла (рис. 1) включає наступні стадії: оцінка якості молока, приймання, охолодження, зберігання, сепарування, сортування вершків, пастеризація, дезодорація, охолодження, підігрівання, фізичне дозрівання, підігрівання вершків до температури збивання, збивання, промивання масляного зерна, соління, обробка масла, оцінка якості, фасування, упакування, маркування, зберігання.

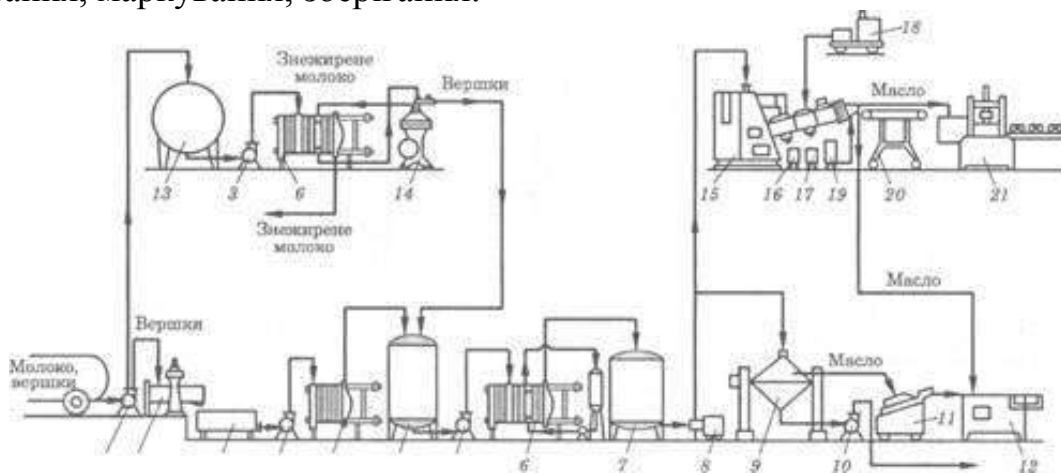


Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва вершкового масла

Якість масла та його стійкість за тривалого зберігання значною мірою залежить від якості молока та вершків, з яких його виробляють. В цілому вимоги до молока, яке надходить для переробки на масло, регламентуються чинним ДСТУ на молоко коров'яче заготовлюване. При оцінці якості молока особливу увагу треба приділяти стану його жирової фази - вмісту жиру, ступеню дисперсності жирових кульок, стійкості емульсії молочного жиру в молоці та вершках, хімічному складу молочного жиру. З підвищенням жирності молока зменшуються витрати сировини на одиницю готового продукту і порівняно менше жиру залишається в побічних продуктах - знежиреному

молоці та масляниці, що сприяє поліпшенню використання жиру при виготовленні масла. Низькотемпературна обробка вершків (фізичне визрівання). Відразу після пастеризації вершки швидко охолоджують до температури, нижчої за точку затвердіння молочного жиру, і витримують деякий час. Таке витримування називають фізичним визріванням вершків, яке означає затвердіння молочного жиру і фізико-хімічні зміни оболонки жирових кульок. Його метою є переведення деякої кількості рідкого жиру у твердий стан. Тільки за наявності у вершках затверділого жиру можна під час збивання одержати масляне зерно, забезпечити добру консистенцію вершкового масла і нормальний відхід жиру у маслянку.

Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва вершкового масла (рис. 2) представляє пронумеровані блоки з шляхом послідовного запиту до датчика та вмикання виконавчого механізму [2].

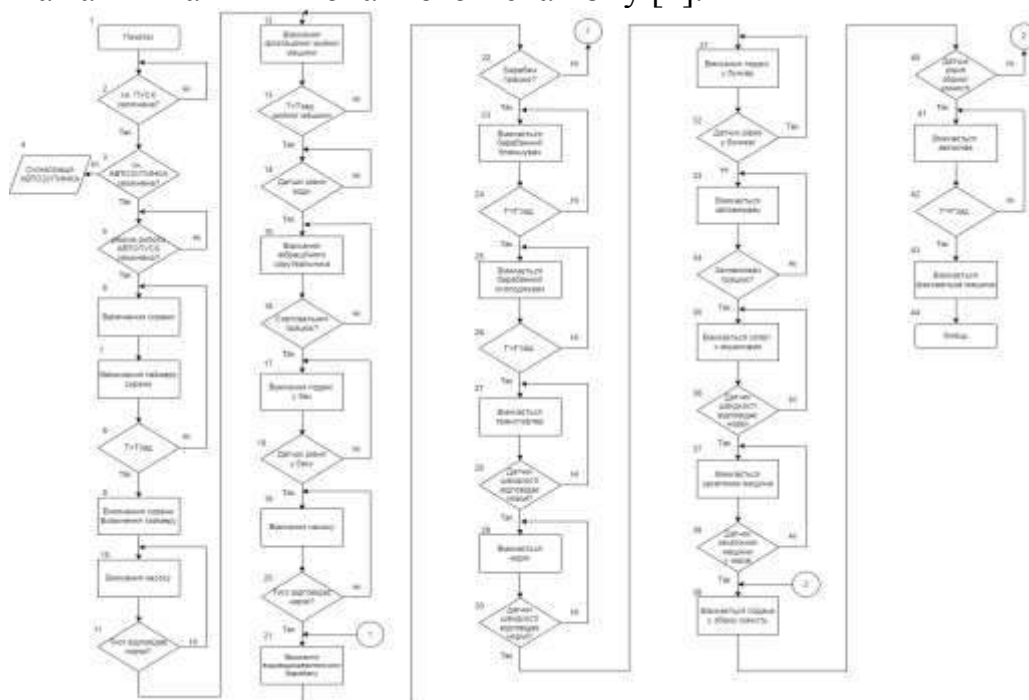


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва вершкового масла

### Література:

1. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах: Навчальний посібник / Куцик А., Місюренко В.. — Львів: Львівська політехніка, 2011. — 200 с.

2. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології»; уклад. А. О. Панов. Х.: ДБТУ, 2023. 36 с.



## ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ В ІНКУБАТОРІ

Абраменко І.Г. к.т.н., доцент; Поліщук К.С., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The features of maintaining the temperature regime in the incubator are considered. Requirements for the corresponding automation system are developed.*

Автоматизація інкубаційного процесу відіграє ключову роль у сучасному птахівництві, забезпечуючи стабільні умови для розвитку ембріонів. Стабільність температурного режиму та рівня вологості безпосередньо впливають на виживаність пташенят, швидкість їхнього розвитку та кінцеву продуктивність. Використання автоматизованої системи дозволяє мінімізувати вплив людського фактора, зменшити енергоспоживання, скоротити експлуатаційні витрати та значно підвищити ефективність виробничого процесу.

Застосування мікроконтролерів та цифрових датчиків для контролю температури й вологості забезпечує високу точність підтримки параметрів.

Основні переваги автоматизованої системи включають:

надійність - усунення механічних термостатів, що можуть давати похибки або повільно реагувати на зміни температури. Використання мікроконтролера дозволяє зменшити кількість відмов обладнання;

- точність регулювання - регулятор забезпечує стабільне підтримання необхідного температурного режиму, зменшуючи коливання та різкі перепади температури, що є критично важливим для інкубаційного процесу;

- можливість моніторингу - система дозволяє вести постійний контроль температури та вологості, зберігати історію змін, а також надсилати сповіщення про критичні відхилення через мобільний додаток або веб-інтерфейс;

- гнучкість налаштувань - програмування контролера дозволяє змінювати режими роботи та параметри інкубації без необхідності механічного втручання або заміни компонентів;

- економічна ефективність - автоматизована система оптимізує споживання енергії та скорочує витрати на ручний контроль, що робить її доцільною для довгострокового використання.

Для забезпечення ефективної роботи система автоматизованого контролю температури повинна виконувати такі функції:

- підтримувати стабільний температурний режим відповідно до фаз розвитку ембріонів;

- автоматично керувати нагрівальними елементами, вентиляцією та зволоженням;

- мати резервне живлення для безперебійної роботи у разі перебоїв електропостачання.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗЯНИХ ПЛАСТІВЦІВ

Пономаренко Ю.С., бакалавр, Панов А.О.

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

e-mail: [panovanton1994@gmail.com](mailto:panovanton1994@gmail.com)

*The main and important parameters of the production of cornflakes, which fundamentally affect the quality of the products, were studied.*

Характеристика продукції, сировини та напівфабрикатів. Вироби з кукурудзи та інших зернових виробляють у вигляді пластівців, гранульованих або паличок. Вони подаються в повністю готовому вигляді і не потребують варіння та обробки. За кольором і формою ядра зерна кукурудзи можна розділити на дев'ять типів [1]. Кукурудзяні пластівці виготовляються з кукурудзи або кукурудзи грубого помелу, отриманої із зубчастих, напівзубчастих або остистих зерен кукурудзи.

Кукурудзяні пластівці виробляються як кінцевий продукт для комерційного та споживчого використання. Оскільки термін зберігання в спеціальній упаковці становить приблизно один рік, виробництво відбувається в районах вирощування зернових та бобових культур [2].

Етапи процесу. У виробництві кукурудзяних пластівців задіяні наступні етапи:

- підготовка сировини до виробництва: зберігання, очищення від домішок, калібрування;
- зволоження і отлежка кукурудзяної крупи;
- приготування цукрово-сольового сиропу;
- теплова обробка (варіння) крупи;
- розпушення і охолодження вареної крупи;
- сушка вареної крупи;
- пропарювання і плющення крупи в пластівці;
- інспектування, сортування та охолодження;
- фасування в пакети; упаковка в транспортну тару, складування і зберігання готової продукції.

Розробка блок-схеми алгоритму будь якого технологічного процесу починається з аналізу виробництва, щоб з'ясувати кількість елементів та, які будуть використовуватись датчики, чутливі елементи та виконавчі агрегати. Тобто блок-схема алгоритму керування процесом виробництва представляє послідовність запитів на датчики, які при позитивному сигналі вмикають виконавчий механізм, а саме електроприводи, двигуни та індикатори роботи, та при негативній або вимикають, або циклічно відправляють запит на датчик поки сам датчик не отримає позитивний сигнал.

Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва кукурудзяних пластівців (рис. 1) представляє пронумеровані блоки з шляхом послідовного запиту до датчика та вмикання виконавчого механізму [3]. Представлено

скорочений опис до алгоритму з номерами блоків у дужках: тому при натисканні кнопки Пуск (1) та не натисканні кнопки Автостоп (2) вмикається сирена та таймер роботи сирени (3). Після проходження заданого часу роботи сирени (4) таймер вимикається разом з сиреною (5) і в цей час паралельно вмикається машина пакування у пачки (6) та пакувальник у крафт-папер (7). Наступним відбувається перевірка, чи працюють попередньо ввімкнені електроприводи, запитом до датчиків цих виконавчих механізмів (8 та 9), і при позитивному сигналі вмикаються наступні виконавчі механізми, такі як фасувальна машина (10) та фасувальний автомат (11) та так само відбувається перевірка на роботу виконавчих механізмів запитом на датчик.

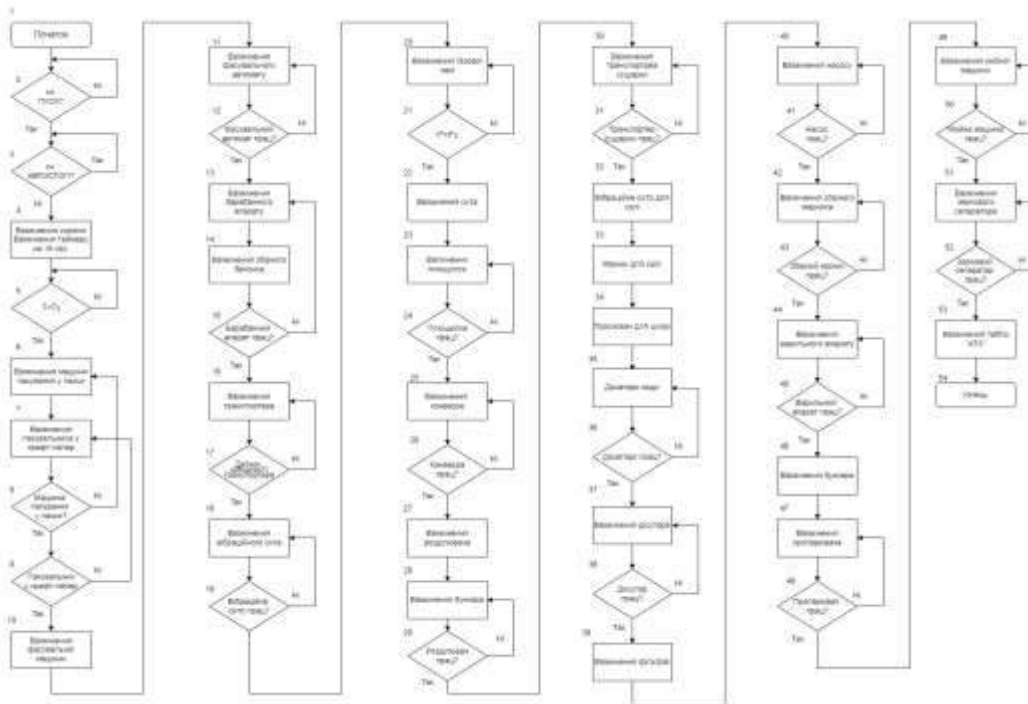


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва кукурудзяних пластівців

### Література:

1. Технологія галузі (харчоконцентратне виробництво) [Електронний ресурс] : метод. рекомендації до практичних занять для студ. напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / уклад. В. М. Ковбаса, О. Ю. Мельник, І. М. Зінченко, В. А. Терлецька. - К. : НУХТ, 2013. – 35 с.
2. Сирохман І.В. Безпечність і якість харчових продуктів (проблеми сьогодення) : підручник. Львів : Вид-во Львів. торг.-екон. ун-ту, 2019. 394 с.
3. Проектування систем програмного керування : метод. вказівки до виконання практичних робіт для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заоч. форм навч. спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології ; Харків. нац. техн. у-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка ; уклад.: С. С. Радченко, А. О. Панов. – Харків : [б. в.], 2020. – 32 с.

## РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІДВИЩУВАЛЬНОЮ НАСОСНОЮ СТАНЦІЄЮ

Чуб І.М., ст. викл.; Поспелова О.Є. студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The analysis of methods for regulating the performance of pumping stations, in particular cascade and frequency, and their combination to increase energy efficiency is performed. The advantages and disadvantages of each approach are considered, and recommendations are presented for the use of frequency converters of the VFD-F series for automated pump control systems.*

Одним із важливих елементів систем водопостачання є насосні станції, які забезпечують стабільну подачу води і тепла до житлових будинків і промислових об'єктів. Насосні станції відіграють ключову роль у питаннях транспортування води споживачам без втрат за мінімальних енергетичних витрат. Для цього необхідно вживати заходів щодо запобігання аваріям на трубопроводах, а також використовувати регулювання частоти обертів для зниження витрати електроенергії під час перекачування води. Такі станції класифікуються за різними параметрами: за функціями, характером установки і типом управління.

Залежно від обсягів і цілей експлуатації, насосні станції діляться на промислові та побутові. Принцип роботи підкачувальної насосної станції полягає в підтримці заданого тиску в напірному трубопроводі. Автоматичне керування насосом здійснюється за сигналом від датчика тиску, встановленого на подавальному трубопроводі. У разі збільшення кількості споживачів води тиск у системі починає знижуватися. Якщо тиск падає нижче заданого рівня, вмикається перший насос, який підвищує тиск. У разі подальшого зростання попиту вмикається другий насос, щоб підтримувати необхідний тиск у системі.

В насосних станціях використовуються два основних типи регулювання продуктивності – каскадне та частотне.

Каскадне регулювання продуктивності забезпечується шляхом увімкнення та вимкнення паралельно встановлених насосів (зазвичай від 2 до 4). Ефективність і маневреність насосної станції зростає зі збільшенням кількості насосів, що працюють у системі. Проте цей метод не завжди забезпечує плавність змін продуктивності.

Частотне регулювання досягається за допомогою зміни частоти обертання насосів через перетворювач частоти (ПЧ). Це дає змогу ефективно працювати на неповній продуктивності, підвищуючи загальну ефективність роботи. Частотне регулювання забезпечує плавні зміни продуктивності, що запобігає гідроударам і збільшує ресурс насосної станції, трубопроводів та арматури.

Каскадно-частотне регулювання – це поєднання обох методів, яке дозволяє ще більше знизити споживання електроенергії. Використання цього методу в автоматизованих насосних станціях може зменшити енергоспоживання до 50% у порівнянні з традиційними методами регулювання.

Наразі широко поширений спрощений спосіб каскадно-частотного регулювання, при якому ПЧ керує тільки одним насосом, а іншим передає команди на запуск або зупинку в міру необхідності. Під час запуску додаткових насосів

їхні електродвигуни підключаються безпосередньо до мережі.

Переваги цього способу полягають у простоті та надійності, а також мінімальній кількості обладнання для створення автоматизованої насосної станції. Проте цей спосіб має суттєві недоліки, такі як:

- виникнення гідроударів під час запуску/зупинки додаткових насосів;
- стрибки напруги в електромережі, що виникають під час перехідних процесів при запуску двигунів;
- неможливість підтримання точного тиску в системі, коливання тиску при ввімкненні або вимкненні додаткових насосів.

Існує також спосіб управління, при якому кожен насос оснащений власним перетворювачем частоти – це усуває всі вищезгадані недоліки, але вимагає значних матеріальних витрат. Такий варіант здається надмірним для систем ЖКГ.

Багато виробників пропонують власні варіанти спеціалізованих ПЧ для роботи з насосами та вентиляторами. Вважається непоганим варіантом для автоматизованих насосних станцій серія частотних перетворювачів VFD-F компанії Delta Electronics ([vfd.com.ua](http://vfd.com.ua)). Це серія спеціалізованих перетворювачів, орієнтованих на роботу з кількома насосами або вентиляторами. Перетворювачі VFD-F мають вбудований контролер, який оснащений усіма необхідними функціями для вирішення задачі без зайвих витрат. Інтелект, вбудований у VFD-F, дозволяє працювати за принципом каскадно-частотного регулювання продуктивності насосної станції з кількістю насосів від 1 до 4.

Для створення автоматизованої насосної станції, яка працює в каскадно-частотному режимі, окрім перетворювача VFD-F, знадобляться плата релейних виходів моделі RY00 і кілька контакторів, які будуть керуватися релейними сигналами. Для підтримання витрати або тиску потрібен датчик відповідного параметра зі стандартним виходом (наприклад, 4-20 мА), який легко підключається до відповідного входу ПЧ.

Автоматизована система керування насосними агрегатами забезпечує стабілізацію експлуатаційних показників технологічного обладнання та режимних параметрів технологічного процесу, дає змогу оперативно реагувати на зміни тиску, витрати води та інших технологічних параметрів, забезпечуючи надійність системи.

Найбільший ефект від застосування регулюємого електроприводу досягається при побудові на його базі систем автоматичного управління (САУ) насосними станціями. При цьому напір може автоматично підтримуватися за заданим значенням напору в контрольній точці мережі або на виході насосної станції, чи по рівню у приймальному резервуарі насосної станції.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНОГО КОМПОНУВАННЯ ЗА РАХУНОК УНІФІКАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ БАЗУВАННЯ ТА ЗАКРІПЛЕННЯ

Похил А.В., аспірант, Яковенко І.Е., к.т.н., проф.

(НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна), ndrii.Pokhyl@mit.khpi.edu.ua

*The main features of machines with aggregate-module construction have been analyzed. An analysis of the possibilities for unifying original workpiece grounding and clamping systems for this equipment has been conducted.*

Сучасні агрегатні технологічні системи механічної обробки (АТСМ) суттєво відрізняються від своїх попередників, хоча головні ідеї цих верстатів та систем залишилися без змін:

- високі показники продуктивності та як наслідок низька технологічна собівартість обробки деталей;
- високий рівень автоматизації;
- агрегатно-модульний принцип побудови;
- найкоротші терміни проєктування та виготовлення;
- відносно невисока вартість обладнання та швидка його окупність.

Головною відмінністю та перевагою сучасних агрегатних технологічних систем механічної обробки від своїх попередників (агрегатних верстатів) є технологічна гнучкість, переналагоджуваність та перекомпонування [1]. Принципова відмінність полягає в тому, що перекомпонування, на відміну від переналагодження, змінює структуру верстата [2], що впливає на майбутню точність обробки, а також на систему базування та закріплення заготовки. Проблему підвищення гнучкості вирішила ідея принципу агрегування – оборотність уніфікованої елементної основи, яка практично не використовувалась раніше [3]. Тому до сучасних агрегатних технологічних систем висуваються вимоги високої продуктивності та точності в поєднанні з широкою універсальністю та високою мобільністю (гнучкістю), що дозволяє отримувати швидкий перехід з виготовлення одних деталей на виготовлення інших, часто в широкому діапазоні їх різновидів.

Вочевидь, що всі ці умови вимагають, щоб технологічні системи проєктувалися з урахуванням можливості їх різного компонентування, конструкції, складу вузлів та механізмів з метою отримання необхідних замовником технічних та технологічних характеристик цих верстатів. Бажано також щоб ці системи мали багато єдиних комплектуючих вузлів та механізмів, по можливості аналогічних, з однаковими конструктивними рішеннями у вигляді окремих модулів, що дозволяло б виробляти їх централізовано, як самими верстатобудівними фірмами, так і спеціалізованими. Це дозволило б скоротити терміни розробки та вартість різних типів та модифікацій АТСМ з максимальним обліком вимог замовника, підвищити їх точність та надійність, полегшити їх експлуатацію та ремонт, а в деяких випадках проводити реінжиніринг таких систем.

У АТСМ оригінальним елементом залишається настановно-затискний пристрій, тому що об'єкти обробки постійно змінюються. Однак, при цьому

АТСМ певного компонування зазвичай орієнтовані на випуск певного класу деталей, що дозволяє використовувати типові схеми базування і закріплення при встановленні деталей в пристосування. Наявність типових схем є основою для класифікації та наступної уніфікації як систем базування, так і конструкцій пристосувань загалом, що значно підвищує модульність конструкцій АТСМ.

З іншого боку, використання уніфікованих елементів базування та закріплення дозволяє керувати забезпеченням точності обробки за рахунок моделювання процесу обробки та швидкого вибору необхідних елементів з метою забезпечення жорсткості системи.

На початковому етапі проектування, як і при класичній схемі, на підставі параметрів об'єкта обробки та поверхні, що формується, розробляється технологія обробки, розраховуються необхідні технологічні параметри, визначається система базування та кінематична схема обробки. На підставі цього формується проектне компонування портативного верстата та настановно-затискного пристрою, яке є основою подальшої конструкторської розробки на базі існуючих уніфікованих елементів.

Отримані результати дозволили сформувати модель процесу проектування настановно-затискних пристроїв верстатів агрегатно-модульної конструкції, яка дає можливість керувати точністю процесу обробки вже на етапах прийняття компонувальних рішень під час створення такого обладнання.

**Висновки.** В даний час світовий ринок металорізального обладнання пропонує досить різноманітну номенклатуру силових вузлів та агрегатів для оснащення верстатів, що створюються по агрегатно-модульному принципу. Однак технологічні можливості таких верстатів можуть бути поширені, якщо використовувати принципи уніфікації та агрегування і для елементів, які раніш вважались оригінальними, тобто настановно-затискних пристроїв. Для цього потрібно встановити класифікаційні ознаки таких пристроїв та їх елементів, й побудувати системну базу уніфікованих елементів, які дозволяють мінімізувати терміни проектування та кошторис виготовлення АСТМ.

### Список літератури

1. Яковенко І.Е., Пермяков О.А. Моделювання процесу проектування системи базування портативних верстатів // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС –2024): матеріали тез доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – Т. 1. – с.38-39.

2. Adam Hamrol, Józef Gawlik, Jerzy Śladek (2019). Mechanical engineering in industry 4.0. Management and Production Engineering Review, vol. 10, no. 3, pp. 14–28.

3. Похил В.А., Яковенко І.Е. До питання уніфікації елементів системи базування та закріплення у технологічних системах агрегатно-модульної компоновки / Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених : зб. тез доп. XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів – Електрон. текст. дані. – Харків, 2024 – с. 790.

## ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕВАТОРОМ

Демченко К.В., к.т.н., доцент; Радченко С.С., Кубась Є.С., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [yayaska31@btu.kharkiv.ua](mailto:yayaska31@btu.kharkiv.ua))

*The article explores the functions and benefits of Automated Elevator Control Systems (AECS) in grain storage and processing. It highlights key features such as real-time monitoring, quality control, inventory management, energy optimization, and logistics automation. The paper also discusses the advantages of AECS, including increased efficiency, reduced costs, and improved grain preservation. Additionally, future trends such as AI integration, IoT sensors, and cloud-based solutions are considered, emphasizing the growing role of automation in the grain industry.*

Елеватор — це складний технологічний об'єкт, ефективна робота якого залежить від точності та швидкості виконання процесів. Використання систем автоматизованого керування елеватором (САКЕ) дозволяє оптимізувати всі стадії роботи зерносховища, мінімізувати втрати та забезпечити високу якість збереження зерна. САКЕ — це комплекс апаратно-програмних рішень, що забезпечують автоматизацію технологічних процесів на елеваторі. Вона контролює та регулює приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зерна. Сучасні САКЕ можуть працювати як автономно, так і інтегруватися з іншими інформаційними системами підприємства, зокрема ERP-системами, датчиками IoT та хмарними платформами. Сучасні агропромислові підприємства все частіше впроваджують автоматизовані системи для управління технологічними процесами на елеваторах. Такі рішення спрямовані на підвищення продуктивності, забезпечення безпеки, збереження якості зерна та оптимізацію експлуатаційних витрат. Розглянемо основні функції таких систем.

Перша функція, це моніторинг технологічних процесів. Це ключова функція, безперервний моніторинг основних параметрів технологічних процесів. До них відносяться: контроль температури та вологості: постійне вимірювання допомагає підтримувати оптимальні умови зберігання, запобігаючи псуванню зерна. Вимірювання рівня зерна: система відстежує запаси, забезпечуючи своєчасне поповнення чи вивантаження продукції. Контроль параметрів повітря: вимірювання концентрації пилу та інших частинок дозволяє підтримувати чистоту і безпеку на підприємстві.

Друга функція це автоматизація управління сучасні системи керування забезпечують високий рівень автоматизації всіх етапів роботи елеватора:

Таких як, навантаження та розвантаження зерна: Автоматичні алгоритми регулюють роботу конвеєрів і вентиляторних установок, оптимізуючи процеси завантаження і вивантаження. Регулювання режимів роботи обладнання: Система самостійно підлаштовується під змінні умови зберігання, що дозволяє зменшити людський фактор і уникнути помилок. Планування технічного обслуговування: Автоматизовані алгоритми передбачають профілактичні заходи, що допомагає мінімізувати ризик виникнення аварійних ситуацій.

Наступна функція діагностика та аварійне оповіщення, системи керуван-



ня обладнані можливістю виявлення відхилень від нормального режиму роботи, системи самодіагностики: постійний аналіз даних дозволяє оперативно виявляти несправності чи аномалії в роботі обладнання, аварійне оповіщення: При виникненні критичних ситуацій система негайно сповіщає операторів, що дозволяє швидко вжити заходів для усунення проблем.

Функція оптимізація процесів зберігання зерна сприяє економії ресурсів:

Також регулювання енергоспоживання: автоматичне коригування режимів роботи обладнання допомагає зменшити витрати енергії.

Оптимізація технологічних процесів: система аналізує робочі режими та знаходить найефективніші алгоритми для забезпечення безперервної роботи елеватора.

Остання функція це аналітика та звітність: збір і аналіз даних – важлива складова роботи системи. Збереження даних дозволяє проводити детальний аналіз роботи підприємства за певний період, виявляючи закономірності та потенційні проблеми. Автоматизована система генерує звіти, що допомагають приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації процесів та планування подальших робіт. Аналітичні модулі можуть використовуватися для прогнозування можливих відхилень або аварійних ситуацій, що сприяє своєчасному плануванню заходів.

Система контролює критичні параметри для запобігання самозайманню зерна, стежить за рівнем пилу та газовидаленням, а у випадку аварійних ситуацій автоматично відключає небезпечні механізми. Технології автоматизації елеваторів активно розвиваються, і вже найближчим часом ми побачимо ще більше нововведень: таких як використання штучного інтелекту для прогнозування оптимальних режимів сушіння та зберігання зерна. Запровадження IoT-сенсорів для більш точного контролю за параметрами середовища. Хмарні рішення та мобільні додатки, які дозволять керувати елеватором віддалено. Використання автоматизованої системи керування на елеваторах дає низку переваг: це підвищення ефективності – автоматизація прискорює всі технологічні процеси, зменшення витрат – оптимізація використання ресурсів (електроенергії, трудових ресурсів), зниження ризиків людського фактора – мінімізація помилок оператора., підвищення якості зберігання зерна – контроль температури, вологості, вентиляції, простота обліку та звітності – інтеграція з бухгалтерськими та управлінськими системами.

Висновок. Системи автоматизованого керування технічними процесами елеватора для зберігання зерна є важливим елементом сучасної агропромисловості. Вони забезпечують високий рівень контролю за умовами зберігання, автоматизують управління обладнанням, здійснюють оперативну діагностику та оповіщення про аварійні ситуації, а також сприяють ефективному використанню енергетичних ресурсів. В результаті впровадження таких систем підприємства отримують можливість значно підвищити продуктивність і якість зберігання зерна, що є ключовим фактором успішної діяльності на ринку агропромислової продукції.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА

Саханський А.А., бакалавр, Панов А.О.

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

e-mail: [panovanton1994@gmail.com](mailto:panovanton1994@gmail.com)

*The main and important parameters of bread production, which fundamentally affect the quality of the product, were investigated.*

Виробництво хлібобулочних виробів можна розбити на такі стадії: зберігання та підготовка сировини до виробництва, замішування тіста, обробка тіста, випікання тістових заготовок, охолодження та зберігання хліба. Кожен з цих етапів включає в себе ряд технологічних операцій, що забезпечують виготовлення виробів. Послідовність та суть основних технологічних операцій представлено на функціональній схемі хлібопекарського виробництва [1].

Борошно доставляють на підприємство борошновозами (рис. 1). З борошновоза через приймальний щиток 1 у вигляді аерозолу по трубопроводу 2 надходить до силосів 3 для зберігання. Із силосів роторними живильниками 4 борошно спрямовується у циклон 5, з нього — на просіювач 6, після просіювання — у проміжний бункер 7, автоваги 8. Зважене борошно із бункера 9, розміщеного під автовагами, шнековим живильником 10 подається у виробничі бункери 11. Фільтри 12 очищають транспортувальне повітря від борошняного пилу. Повітря для транспортування борошна компресором 23 подається в очисні апарати 24 і 26, апарат для стабілізації тиску (ресивер) 25, а з них через розподільник 26 — на виробництво [2].

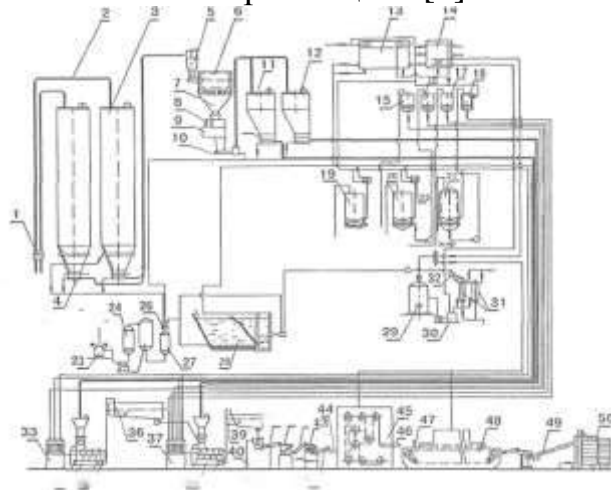


Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва хліба

Вода з міського водопроводу надходить до баків холодної 13 і гарячої 14 води, з яких подається до водомірних бачків 22. Вода для живлення парового котла 29 попередньо пропускається через апарати установки для хімоводоочистки 30-32. Пара з парового котла підводиться до вистійної шафи і печі, а також подається до баку 14 для підігріву води. Для замішування опари у

тістомісильну машину безперервної дії 34 подається борошно, дозуючою станцією 33 відміряється решта сировини зі збірних ємкостей. Із тістомісильної машини опатра лопатевим насосом 35 подається в ємкість для бродіння 36 і т.д.

Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва хліба (рис. 2) представляє пронумеровані блоки з шляхом послідовного запиту до датчика та вмикання виконавчого механізму [3]. Представлено скорочений опис до алгоритму з номерами блоків у дужках: тому при натисканні кнопки Пуск (1) та не натисканні кнопки Автостоп (2) вмикається сирена та таймер роботи сирени (3). Після проходження заданого часу роботи сирени (4) таймер вимикається разом з сиреною (5) і в цей час паралельно вмикається контейнер (6) та хлібоукладальний агрегат (7). Наступним відбувається перевірка, чи працюють попередньо ввімкнені електроприводи, запитом до датчиків цих виконавчих механізмів (8 та 9), і при позитивному сигналі вмикаються наступні виконавчі механізми, такі як конвеєрна піч (10) та механізм (11) та так само відбувається перевірка на роботу виконавчих механізмів запитом на датчик.

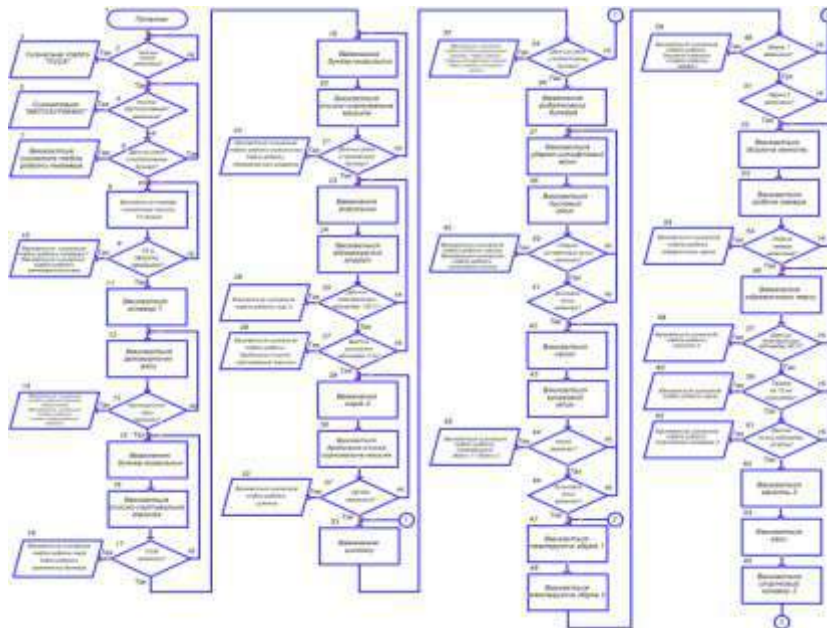


Рисунок 2. – Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва хліба

### Література:

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. - К.: Логос, - 2002. - С. 6-18.
2. В.І. Дробот. Технологія хлібопекарського виробництва. - К.: Логос, 2002. - С. 90-105.
3. Проектування систем програмного керування : метод. вказівки до виконання практич. робіт для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заоч. форм навч. спец. 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології ; Харків. нац. техн. у-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка ; уклад.: С. С. Радченко, А. О. Панов. – Харків : [б. в.], 2020.– 32 с.

## ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ REST API У КЛІЄНТ-СЕРВЕРНИХ СИСТЕМАХ

Демченко К.В., доцент; Седик В.В., студентка  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*This article analyzes the specifics of REST API implementation in client-server systems using .NET Core technologies, focusing on REST principles, middleware, dependency injection, and asynchronous programming for enhanced scalability and performance.*

REST API є одним із найпоширеніших архітектурних підходів для взаємодії клієнт-серверних систем у веб-розробці. З використанням .NET Core реалізація REST API стає особливо зручною та ефективною завдяки гнучкості, продуктивності та простоті цієї платформи. Дослідження особливостей використання REST підходу із застосуванням технологій .NET Core є актуальним, оскільки дозволяє визначити оптимальні рішення для побудови надійних та масштабованих клієнт-серверних додатків.

Особливості реалізації REST API у .NET Core визначаються як загальними принципами REST архітектури, так і специфічними можливостями фреймворку ASP.NET Core. Насамперед, реалізація REST API на основі .NET Core передбачає чітке слідування принципам REST, серед яких безстанова взаємодія та єдиний інтерфейс. Важливою є безстанова природа REST API, яка забезпечує незалежність кожного запиту, зменшуючи навантаження на сервер та спрощуючи масштабування.

Для створення RESTful сервісів у .NET Core застосовується фреймворк ASP.NET Core Web API, що має вбудовану підтримку маршрутизації, серіалізації даних та валідації запитів. Контролери Web API у .NET Core забезпечують логічне групування та управління операціями над ресурсами, що спрощує розробку та підтримку коду.

Важливою особливістю є вбудована підтримка залежностей (Dependency Injection, DI) в ASP.NET Core, яка дозволяє легко інтегрувати та управляти сервісами, зменшуючи взаємозв'язок компонентів та підвищуючи тестованість API. Окрім того, Middleware, що є специфічним компонентом платформи, забезпечує гнучке налаштування обробки HTTP-запитів та відповідей, дозволяючи реалізовувати такі функції, як логування, авторизація, автентифікація та обробка помилок.

З точки зору продуктивності, .NET Core пропонує ефективні механізми роботи з асинхронними операціями, що дозволяє серверу одночасно обробляти значну кількість запитів без помітної втрати швидкодії. Це особливо важливо для систем з великим навантаженням, де ключовим фактором є швидкість відповіді сервера та можливість горизонтального масштабування.

Отже, платформа .NET Core надає широкі можливості для ефективної реалізації REST API у клієнт-серверних системах, забезпечуючи дотримання основних принципів REST архітектури та зручні механізми для масштабування, підтримки та інтеграції API.

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ НОМЕРНИХ ЗНАКІВ АВТОМОБІЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ PYTHON

Піскачова І.В., доцент; Седик В.В., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The article discusses the main principles of developing an automatic vehicle number plate recognition system using Python programming language.*

Автоматична ідентифікація номерних знаків автомобілів є однією з актуальних задач у сфері комп'ютерного зору та штучного інтелекту. Такі системи використовують для автоматизації контролю дорожнього руху, забезпечення безпеки, моніторингу порушень і управління потоками транспорту. Сучасні технології дозволяють ефективно розв'язувати це завдання за допомогою мов програмування високого рівня, серед яких особливу популярність має Python завдяки своїй простоті, доступності і великій кількості спеціалізованих бібліотек.

Принцип розробки системи автоматичного розпізнавання автомобільних номерних знаків на Python полягає у комплексному застосуванні методів обробки зображень, сегментації та машинного навчання. Першочергово зображення автомобіля, отримане з камери, підлягає попередній обробці з метою покращення якості та зменшення шумів. Далі, з використанням методів комп'ютерного зору, здійснюється локалізація зони номерного знаку, яка виділяється на основі характерних ознак, таких як форма, колір, контрастність або текстура.

Наступним важливим кроком є сегментація області номерного знака для виділення окремих символів. Цей процес часто виконується за допомогою алгоритмів, які аналізують проєкції, контури чи використовують методи штучного інтелекту. Точність сегментації впливає на подальшу якість розпізнавання символів.

Заключним і ключовим етапом є власне розпізнавання символів номерного знака. На цьому етапі застосовуються алгоритми оптичного розпізнавання тексту (OCR), які базуються як на класичних методах комп'ютерного зору, так і на нейронних мережах. Python надає доступ до потужних інструментів машинного навчання, які дозволяють створювати глибокі нейронні мережі, що значно підвищують точність і швидкість розпізнавання. Зокрема, застосування згорткових нейронних мереж забезпечує високу ефективність при вирішенні завдання в умовах складного освітлення, часткових перекриттів або забруднення номерного знака.

Таким чином, Python як мова програмування значно спрощує та прискорює процес розробки систем автоматичного розпізнавання автомобільних номерів. Враховуючи тенденцію зростання потужності обчислювальних ресурсів, системи ідентифікації автомобільних номерних знаків на Python продовжуватимуть удосконалюватися і знаходити все ширше практичне застосування.

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ

Піскарьов О.М., к.т.н, доцент; Сірик Д.М., магістрант;  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*The system integrates sensors, wireless modules, and cloud-based platforms to monitor environmental and technical parameters from a distance. Using MQTT, STM32 microcontrollers, the solution ensures efficient, reliable performance even under unstable network conditions. The system is suitable for applications in industry, agriculture, energy, and infrastructure monitoring.*

Зі зростанням складності технічних об'єктів і розширенням географії розміщення обладнання все більшої актуальності набуває концепція віддаленого моніторингу. Автоматизовані системи віддаленого моніторингу дозволяють здійснювати контроль за станом технологічного обладнання, інфраструктури або навколишнього середовища без фізичної присутності оператора, що значно підвищує ефективність обслуговування, знижує витрати та мінімізує ризики.

Типова система складається з сенсорної підсистеми, що забезпечує збір даних (температура, тиск, вологість, рівень вібрації, напруга тощо), комунікаційного модуля (Wi-Fi, LTE, LoRa, ZigBee), центрального вузла обробки (мікроконтролер або шлюз) та хмарного або серверного середовища, де дані зберігаються, обробляються й візуалізуються. Для зручності користувача передбачено інтерфейси доступу через веб або мобільні застосунки.

У рамках дослідження була реалізована прототипова система віддаленого моніторингу на базі мікроконтролера STM32 з підключенням до мережі за допомогою модуля ESP8266. До системи підключалися датчики температури, вологості та струму, а також камера для фіксації зображень. Дані передавалися у хмарне середовище через MQTT-протокол, де оброблялися та відображалися у реальному часі на дашборді, створеному з використанням Grafana та InfluxDB.

Під час експериментів були змодельовані ситуації втрати зв'язку, перевищення критичних значень параметрів та динамічного підключення нових вузлів. Результати показали, що система здатна стабільно працювати в умовах нестабільної мережі, а також оперативно реагувати на зміни стану об'єкта моніторингу. Час доставки даних не перевищував 300 мс, що є прийнятним для більшості технічних застосувань.

Таким чином, автоматизована система віддаленого моніторингу дозволяє значно підвищити ефективність управління об'єктами в режимі реального часу. Вона є надійним інструментом у сферах енергетики, сільського господарства, промисловості, транспорту та безпеки. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на впровадження механізмів прогнозування несправностей, оптимізацію енергоспоживання пристроїв та глибшу інтеграцію з платформами IoT та штучного інтелекту.

## СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Тимчук С.О., д.т.н., доцент; Снаговський В.В., бакалаврант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article proposes the structure of an automated remote dispatching system for a 6(10)/0.4 kV substation. Such a structure will ensure the stability of substation operation, timely response to possible emergency situations, and optimization of electricity consumption, especially in martial law conditions.*

В умовах війни енергетичний сектор є критично важливим, оскільки на його руйнування націлений ворог. Тому дуже важливою є можливість дистанційного моніторингу та швидкої дистанційної комутації електромереж.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи диспетчеризації підстанції 6(10)/0.4 кВ. Такі системи дозволяють забезпечити стабільність роботи підстанцій, своєчасне реагування на можливі аварійні ситуації та оптимізацію споживання електроенергії.

Система диспетчеризації та моніторингу КТП дозволяє інтегрувати в єдину систему різні системи та обладнання:

- мікропроцесорні РЗА AREVA, ABB, SIEMENS, Schneider Electric, GE, а також будь-які вітчизняні РЗА зі стандартними промисловими протоколами обміну даними;
- аналізатори потужності ABB, SIEMENS, Schneider Electric, Janitza, Circuitor та ін. зі стандартними промисловими протоколами обміну даними;
- вимикачі та роз'єднувачі;
- трансформатори;
- шафи оперативного струму;
- перетворювачі сигналів та датчики (температури, вологості, струму, напруги та ін.);
- допоміжні та інженерні системи (вентиляція, освітлення, охоронно-пожежна сигналізація та ін.).

Обладнання системи диспетчеризації зазвичай об'єднується в мережу на основі Ethernet або мережу на основі серійних протоколів (RS-232, RS-485, RS-422). Пропонується будувати АСДК (автоматизована система диспетчеризації та керування) електропостачанням у наступному складі:

- серверна станція (збір даних від контролерів та запис усіх технологічних сигналів та параметрів обладнання, у тому числі аварійних та попереджувальних, архівування до бази даних);
- щити диспетчеризації з програмованими логічними контролерами (PLC) та модулями введення-виведення сигналів (оперативне керування на КТП);
- мережеві комутатори, маршрутизатори, обладнання систем зв'язку (віддалене керування);
- автоматизоване робоче місце (АРМ) диспетчера (програмне забезпечення за технологією SCADA систем для дистанційного моніторингу КТП).

**ОСВІТНІЙ СЕРІАЛ "ШКОЛА OSINT" ПОРТАЛУ "ДІЯ.ОСВІТА"**

Тіхонова В.А., студентка.

Науковий керівник: к.т.н., доцент Чалий І.В. (ДБТУ, м. Харків, Україна).

*The educational series "OSINT School" of the "Diya.Osvita" portal is a good first step in mastering the application of OSINT technology in cybersecurity.*

У більшості вишів, що готують фахівців з захисту інформації, зараз розглядають матеріали, пов'язані з тематикою OSINT (Open Source INTelligence, розвідка за відкритими джерелами). Я познайомилася та зацікавилася ними при вивченні дисципліни «Вступ до кібернетичної безпеки».

Завдяки OSINT можна проактивно виявляти потенційні кіберзагрози шляхом детального аналізу інформації, доступної у відкритих джерелах. OSINT - це не просто збір інформації, а комплексний процес, що включає в себе аналіз великих масивів даних за допомогою спеціальних інструментів та вимагає від дослідника відповідних глибоких знань та досвіду [1].

Є декілька можливостей для вивчення цієї тематики, але починати краще з більш простих та зрозумілих речей. Саме тому я почала свій шлях до OSINT за допомогою освітнього серіалу "Школа OSINT" відомого порталу "Дія.Освіта" [2]. Це гнучкий, безкоштовний онлайн-курс з інтуїтивним інтерфейсом та багатим мультимедійним контентом. Пройшовши курс, ви отримаєте сертифікат, який підтвердить ваші знання.

Основний зміст включає 6 розділів та фінальний тест:

7. Вступ.
8. Етапи OSINT -розслідування.
9. Фактчекінг.
10. Пошук геолокації.
11. Деанон.
12. Вебархів.
13. Фінальний тест курсу.

Надалі я планую продовження заглиблення в тематику OSINT за допомогою деяких інших більш професійних подібних курсів (перш за все на платформах Prometheus та OSINT Академія <https://hackyourmom.com/>).

**Висновки.** Освітній серіал "Школа OSINT" порталу "Дія.Освіта" - гарний перший крок у засвоєнні застосування технології OSINT у кібербезпеці.

Список використаних джерел.

1. Д.В. Ланде. OSINT у кібербезпеці: навч. пос. / Ланде Д.В. – Київ: ТОВ «Інжиніринг», 2024. – 522 с. ISBN 978-966-2344-97-4.
2. «Дія. Освіта». URL: [<https://osvita.diiia.gov.ua/courses/osint-school>].
3. Чалий І.В., Левкін А.В., Бутенко Т.А. Особливості вивчення технологій OSINT студентами спеціальності 125 Кібербезпека та захист інформації // Механізми забезпечення сталого розвитку економіки: проблеми, перспективи, міжнародний досвід [Електронний ресурс] // матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф., 01 листопада 2024 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Харків, 2024. – 458с.



## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА ЙОГУРТА

Токар П.С., бакалавр, Панов А.О.

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

e-mail: [panovanton1994@gmail.com](mailto:panovanton1994@gmail.com)

*The main and important parameters of yogurt production, which fundamentally affect the quality of the product, were investigated.*

Молочна галузь являється однією із значущих в економіці нашої держави. За даними Союзу молочних підприємств України, за масштабами виробництва молока Україна на даний момент посідає шосте місце у світі і входить в число найбільших експортерів молокопродуктів. В цілому кон'юнктура світового ринку сприяє виробництву молочних продуктів в Україні: високі ціни стимулюють збільшення обсягів виробництва, а зростання кількості населення планети сприяє збереженню високих цін на молочні продукти в тривалій перспективі [1].

На споживні властивості йогурту впливають такі чинники: масова частка сухих речовин і жиру, вид закваски, харчові добавки, технологія виготовлення. В основі виробництва йогурту лежить молочнокисле бродіння, тобто процес утворення молочної кислоти з молочного цукру під впливом молочнокислих бактерій.

При резервуарному способі виробництва кисломолочних продуктів заквашування і сквашування молока, охолодження і дозрівання відбуваються в одній і тій же ємності (рис. 1), а в пляшки, пакети розливають вже готовий продукт. Перед розливанням продукт перемішують, внаслідок чого порушується згусток, який має сметаноподібну консистенцію [2].

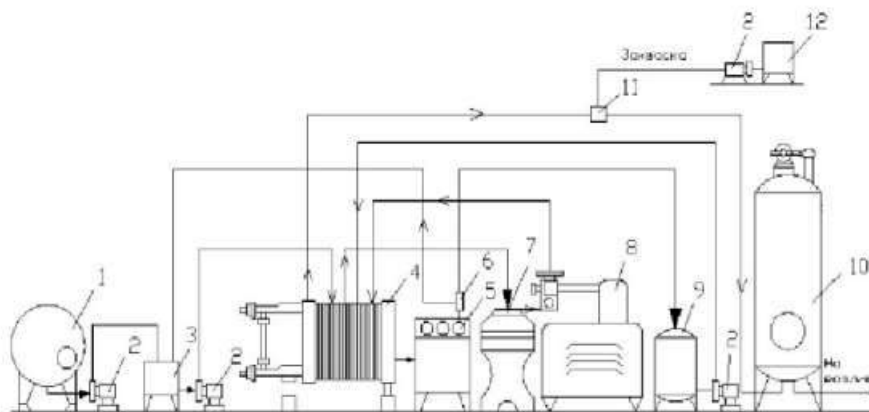


Рисунок 1 – Апаратна схема виробництва йогурта

Молоко з ємності для сирого молока подається в балансувальний бачок, звідки направляється в рекуперативну секцію пастеризаційно-охолоджувальної установки, де підігрівається до 55-57°C.

Для пастеризації молока використовуються пастеризаційно-охолоджувальні установки для кисломолочних продуктів, у яких можна проводити пастеризацію з необхідною витримкою і наступним охолодженням до температури сквашування. Підігріте молоко направляється спочатку в

сепаратор-нормалізатор, а потім - на гомогенізатор.

Для гомогенізації призначені гомогенізатори клапанного типу. З гомогенізатора молоко спочатку надходить у секцію пастеризації, далі через пульт керування - у ємність для витримування і повертається в рекуперативну секцію і у секцію охолодження пастеризаційно-охолоджувальної установки, де охолоджується до температури заквашування. Якщо по виході із секції пастеризації молоко не досягло заданої температури, то воно за допомогою поворотного клапану направляється в балансувальний бачок для повторної пастеризації. Охоложене молоко надходить у ємність для виробництва кисломолочних напоїв, перемішуючись у змішувачі з закваскою. мішалкою - до піноутворення, що у свою чергу викликає відділення сироватки.

Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва йогурта (рис. 2) представляє пронумеровані блоки з шляхом послідовного запиту до датчика та вмикання виконавчого механізму [3].

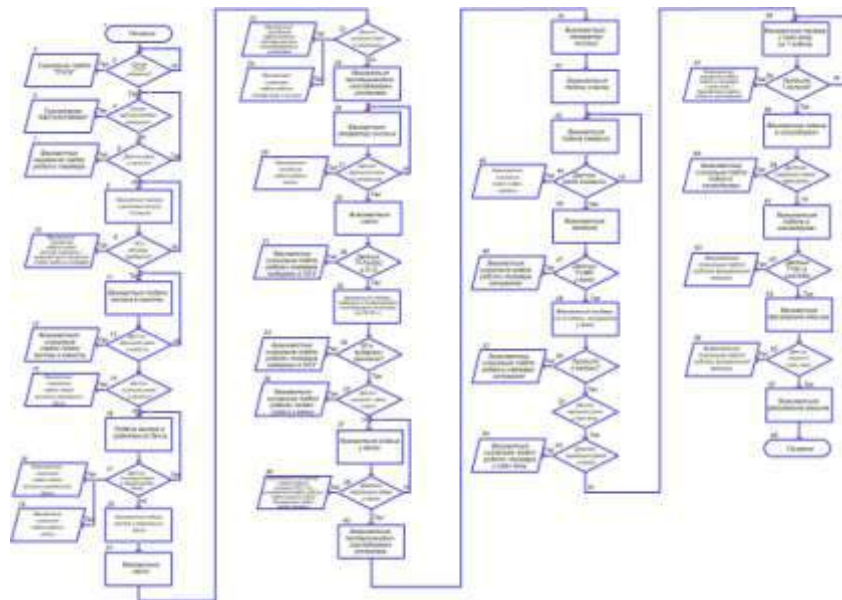


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму керування процесом виробництва йогурта

### Література:

1. Бондаренко В. М. Розвиток ефективного виробництва молока та його промислової переробки в Україні. Економіка АПК. 2008. № 5. С. 61-64.
2. Вербій В. П. Сучасні методи обробки харчових продуктів: навчальний посібник. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2004. 134 с.
3. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології»; уклад. А. О. Панов. Х.: ДБТУ, 2023. 36с.

## ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ СКЛАДОМ

Демченко К.В., к.т.н., доцент; Хайло Д.А., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [yayaska31@btu.kharkiv.ua](mailto:yayaska31@btu.kharkiv.ua))

*The Warehouse Management System (WMS) optimizes all logistics processes, including receiving, storage, movement, and shipping of goods. Its implementation enhances warehouse efficiency, reduces costs, and minimizes the risk of human errors.*

Сучасні складські комплекси відіграють важливу роль у логістиці та зберіганні продукції. Ефективне управління складом впливає на швидкість обробки замовлень, точність обліку товарів та рівень обслуговування клієнтів. Впровадження систем автоматизованого керування складськими процесами (WMS – Warehouse Management System) дозволяє оптимізувати роботу складу, зменшити витрати та уникнути людських помилок.

Система автоматизованого керування складом (WMS) – це програмно-апаратний комплекс, який забезпечує автоматизацію всіх основних операцій у складському приміщенні. Вона контролює приймання, розміщення, зберігання, переміщення та відвантаження товарів, забезпечуючи їхній облік у реальному часі. Такі системи можуть бути інтегровані з ERP-системами, системами штрих-кодування, RFID-технологіями та роботизованими пристроями, що дозволяє підвищити продуктивність складу.

Використання WMS дає підприємствам низку важливих переваг:

- оптимізація складських процесів – автоматизація зменшує час на виконання операцій та підвищує швидкість обробки товарів.
- зниження витрат – ефективне використання складських площ, скорочення потреби в ручній праці, зменшення втрат через людські помилки.
- підвищення точності обліку – контроль товарних запасів у реальному часі мінімізує ризик нестачі або надлишкових запасів.
- прискорення обробки замовлень – автоматизація процесу підбору та відвантаження товарів скорочує час виконання замовлень.
- покращення рівня обслуговування клієнтів – швидкість і точність відвантажень підвищують задоволеність клієнтів.

Технології складської автоматизації постійно розвиваються. У найближчі роки можна очікувати такі нововведення: штучний інтелект та машинне навчання для прогнозування попиту та оптимізації розміщення товарів; роботизація складів – використання автономних мобільних роботів для переміщення товарів, IoT та RFID-технології для покращеного контролю за переміщенням товарів, хмарні WMS-системи, що дозволяють керувати складом віддалено та інтегруватися з іншими бізнес-процесами.

Висновок. Система автоматизованого керування складом – це необхідний інструмент для підприємств, що прагнуть підвищити ефективність логістики, зменшити витрати та покращити контроль за товарними запасами. Інноваційні технології, такі як штучний інтелект, IoT та роботизація, зроблять роботу складів ще більш продуктивною та автоматизованою.

## СИСТЕМА КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ В СВИНАРНИКУ

Тимчук С.О., д.т.н., доцент; Черняк А.І., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article discusses the principles of building integrated microclimate control systems in a pigsty. It is proposed to apply a fuzzy logic inference scheme for the control system.*

Сучасне свинарство все більше покладається на інтегровані системи керування мікрокліматом, які поєднують вентиляцію, опалення, опромінення та інші технології для створення оптимальних умов середовища.

Компоненти інтегрованих систем: датчики - для вимірювання температури, вологості, концентрації газу (аміаку, вуглекислого газу, сірководню), швидкості повітря, опромінення та ін.; контролери - використовують дані датчиків для регулювання швидкості вентиляції, опалення, опромінення та ін.; виконавчі механізми – пристрої, які керують роботою вентиляторів, обігрівачів, опромінювачів та ін.; алгоритми - використовуються для оптимізації продуктивності системи на основі умов у реальному часі та попередньо визначених уставок, вони можуть включати такі фактори, як вік, кількість тварин, зовнішні погодні умови.

Переваги інтегрованих систем: точний контроль температури, вологості, якості повітря, опромінення та ін.; мінімізація споживання енергії шляхом регулювання компонентів системи в умовах реального часу та оптимізації продуктивності системи; відстежування та керувати віддалено через Інтернет або мобільні пристрої, що дозволяє швидко реагувати на зміни умов.

Перспективи розвитку: технологія інтернету речей (забезпечує інтеграцію датчиків, контролерів та інших пристроїв у безперебійну мережу), дозволяє здійснювати моніторинг і контроль умов мікроклімату в реальному часі; алгоритми штучного інтелекту (ШІ) (аналіз даних датчиків, прогнозування змін навколишнього середовища та оптимізація продуктивності системи, виявлення аномалій і потенційних проблем до їх загострення); аналітика великих даних (аналіз даних про навколишнє середовище, тварин і виробництво), щоб оптимізувати методи управління; інтеграція відновлюваних джерел енергії у системи контролю мікроклімату (зменшення споживання енергії та впливу на навколишнє середовище); персоналізований контроль мікроклімату для окремих тварин або груп тварин, виходячи з їхніх конкретних потреб і переваг; системи рециркуляції повітря (переробка внутрішньої теплової енергії свинарника). Для реалізації інтегрованої системи керування мікрокліматом в свинарнику в даній роботі пропонується використати таку технологію штучного інтелекту, як система нечіткого логічного висновку. Ця технологія дозволяє відійти від традиційних детермінованих алгоритмів і замінити їх більш простими, не ітераційними, нечіткими алгоритмами. Окрім простоти реалізації система нечіткого логічного висновку при вдалому визначенні термів має прогнозні властивості, що дозволяє генерувати команди керування виконавчими механізмами на випередження, не очікуючи зміни параметрів до рівня уставок. Це особливо важливо для керування параметрами мікроклімату, де процеси достатньо інерційні.

## РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВУЗЛОМ ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ ВОДОПІДГОТОВЧОЇ УСТАНОВКИ

Чуб І.М., ст. викл.; Чумакова А.С. студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, [post@btu.kharkiv.ua](mailto:post@btu.kharkiv.ua))

*Problems and ways of automating a reverse osmosis unit to increase the efficiency of water purification are considered. The main attention is paid to the synthesis of a pressure regulator for the discharge line, the development of a pump control algorithm with protection against "dry running" and the selection of equipment for system modernization.*

Зворотний осмос є однією з провідних технологій мембранного розділення, яка широко використовується для демінералізації води різного типу. Основними елементами сучасних установок зворотного осмосу є напівпроникні мембрани, які повинні мати високу механічну, хімічну та біологічну стійкість для ефективної роботи при високих тисках та уникнення корозії й забруднення. Автоматизація вузла зворотного осмосу є актуальною через потребу в підвищенні якості очищення води та забезпеченні стабільності технологічних процесів.

Основною проблемою вузла є відсутність достатнього збору інформації про технологічні параметри, що ускладнює контроль процесу та підвищує ймовірність неефективної роботи насосів лінії нагнітання. Мета полягає в розробці автоматизованих рішень для усунення проблем ручного управління та підвищення якості пермеату.

В результаті аналізу вузла встановлено, що контур регулювання тиску лінії нагнітання вузла зворотного осмосу є одним із найважливіших елементів, якому слід приділити особливу увагу з точки зору регулювання. Тому необхідно здійснити синтез регулятора тиску лінії нагнітання з налаштуванням на модульний оптимум і представити графіки перехідних процесів у середовищі моделювання Matlab Simulink. Крім того, необхідно розробити алгоритм управління насосом із реалізацією захисту насоса від "сухого ходу".

Впровадження систем автоматизації, зокрема використання датчиків тиску, температури та солемісту, дозволить забезпечити стабільний контроль і оперативне реагування на зміни характеристик води на вході та виході з мембран. Регулятори тиску та використання перемінних частот (VFD) допоможуть зменшити енергоспоживання і підвищити адаптивність системи.

Застосування програмованих логічних контролерів (PLC) централізує управління процесами, забезпечуючи ефективну координацію роботи насосів і датчиків. Використання фільтрів перед мембранами зменшує ризик засмічення обладнання та підвищує його надійність і довговічність.

Окрім цього, автоматизація сприяє зменшенню витрат на обслуговування, знижуючи потребу в хімічних реагентах для очищення мембран. Використання SCADA-систем для дистанційного моніторингу та управління дозволяє швидко реагувати на аварійні ситуації, знижуючи ризики та забезпечуючи безперервну роботу установки.

## КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Шаповалов Д.О., магістрант; Трунова І.М., к.т.н., доцент;  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

[shapovalovdavid54@gmail.com](mailto:shapovalovdavid54@gmail.com), [trunova\\_iryana@btu.kharkov.ua](mailto:trunova_iryana@btu.kharkov.ua)

*Abstract. The results of using the software of one-way analysis of variance to determine the possible relationship between the time to failure of electric motors and the person performing their technical service are presented.*

Підвищення якості технічної експлуатації електрообладнання забезпечує кращі показники їх експлуатаційної надійності. Якість технічного сервісу електрообладнання за показниками надійності можна оцінити, використовуючи комп'ютерні технології, зокрема з Пакету аналізу даних електронних таблиць Microsoft Excel. Наприклад, використовуючи дисперсійний однофакторний аналіз (analysis of variance або ANOVA - метод математичної статистики, який дозволяє знаходити в базі експериментальних даних значущості розбіжностей в середніх значеннях). Для широкого кола практичних завдань використання ANOVA рекомендується багатьма дослідниками, зокрема, в [1]. Для оцінювання якості технічної експлуатації електрообладнання з використанням ANOVA можна скористатися, наприклад, статистичними даними щодо наробітку до відмови електрообладнання після технічного сервісу (MTBF), що поєднані до груп по електромонтерам, які виконували роботи технічного сервісу (див. таблицю 1).

Таблиця 1 – Статистика MTBF електродвигунів

Група	MTBF, год							
1	3584	7042	4081	2448	5779	6498	9546	11685
2	13752	14713	16097	9221	2360	4047	1362	1866
3	28342	26562	13108	12128	20210	26526	11817	23740
4	10317	18718	39148	42034	9131	10470	5997	22869

Для даного прикладу застосування ANOVA з Пакету аналізу даних електронних таблиць Microsoft Excel дозволило зробити висновок, що нульову гіпотезу можна відхилити ( $p$ -значення = 0,0024). Також є наявність істотної різниці між середніми значеннями по групах (перевірка статистики Фішера:  $6,16 > 2,95$ ). Як результат - приймається гіпотеза про те, що фактор групи є впливовим фактором на MTBF. Звідси можна зробити висновок про якість технічної експлуатації за сумарним значенням MTBF. У випадку прийняття нульової гіпотези потрібно шукати інші впливові фактори.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. I. Trunova, O. Miroshnyk, O. Savchenko, O. Moroz. The perfection of motivational model for improvement of power supply quality with using the one-way analysis of variance . ISSN 2071-2227, Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2019, № 6, 163-168 pp. DOI: 10.29202/nvngu/2019-6/24

**СЕКЦІЯ 9.**  
**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ**  
**ДЛЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ, КОНДИЦІОНВАННЯ**  
**ТА ІНТЕГРОВАНІХ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ В АПВ**

**ЗАСТОСУВАННЯ КРІОПОДРІБНЮВАЧА ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ**  
**РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ**

Білий Д.В., аспірант; П'ятаков П.А., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, jimmykraun@ukr.net)

*The technology of cryo-grinding of plant raw materials is considered. A diagram of a low-temperature installation for cryo-grinding of plant raw materials is shown.*

Важливим етапом підготовки рослинної сировини до переробки є його кріогенне подрібнення, що дозволяє: отримувати значно менші середні розміри частинок в кінцевому продукті, виключати перегрів продукту в місцях локального виділення теплової енергії при розриві механічних зв'язків, вести процес подрібнення при більш високих температурах, запобігати попаданню атмосферної вологи на охолоджений подрібнений порошок.

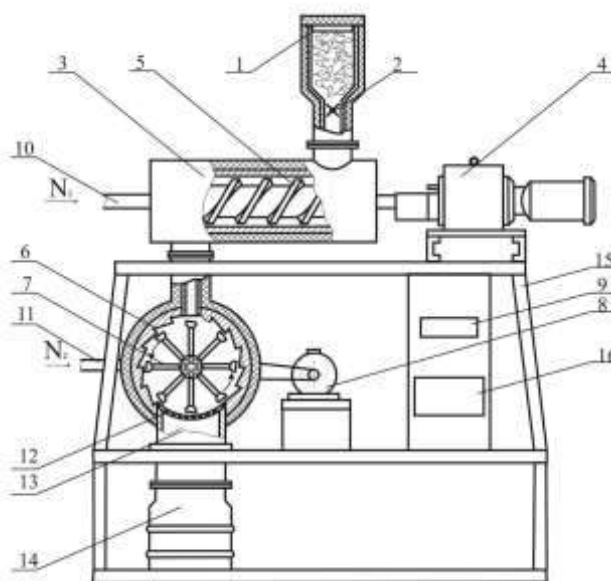


Рис. 1. Схема установки кріоподрібнювача рослинної сировини

Кріоподрібнювач свіжозамороженої сировини продуктивністю 50-150 кг/год, складається з наступних вузлів: бункера 1, дозатора 2; шнекового живильника 3, мотора-редуктора 4, шнека 5, камери помелу 6, біли 7, електродвигуна 8, регулятора температури 9, штуцерів 10 і 11, вихідної сітки 12, рукава 13, приймальної ємності 14, опорної станини 1 [1].

Всі ці переваги дозволяють отримати якісно нові продукти, такі як дрібно дисперсні свіжозаморожені фруктово-ягідні або овочеві порошки, які можуть використовуватися при виготовленні високо-вітамінізованих сортів морозива, йогуртів, свіжих соків з натуральним кольором, ароматом і високими смаковими якостями.

**Список літератури:** 1. А. Osetsky, Е. Stryuchkova. Peculiarities of cryogenic disintegration of freshly frozen biological raw material // Kholodilnaya tekhnika i tekhnologiya.– 2008.– №1.– Р. 57–62.

## АВТОНОМНА ХОЛОДИЛЬНА СИСТЕМА ПРЯМОГО ЖИВЛЕННЯ ВІД СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

М.М. Смілик, асистент; Войтенко В.С. здобувач

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The development of autonomous refrigeration units powered by solar energy is crucial for remote areas without access to electrical grids, as the use of DC compressors ensures efficiency and reduces environmental impact.*

У сучасних умовах важливим напрямком є розробка екологічних та автономних холодильних систем, здатних працювати в віддалених районах або в умовах, де немає доступу до електричних мереж. Використання компресорів, що працюють на сонячній енергії, є перспективним варіантом для забезпечення автономності та зниження впливу на навколишнє середовище.

Для роботи від сонячної енергії найкраще підходять компресори, що працюють на постійному струмі (12В або 24В). Сучасні виробники, такі як SECOP, LG, SunDanzer, Sanyo, вже пропонують відповідні моделі компресорів, що ефективно використовують сонячну енергію для охолодження. Принцип роботи холодильної системи від сонячної панелі наведено на рис.

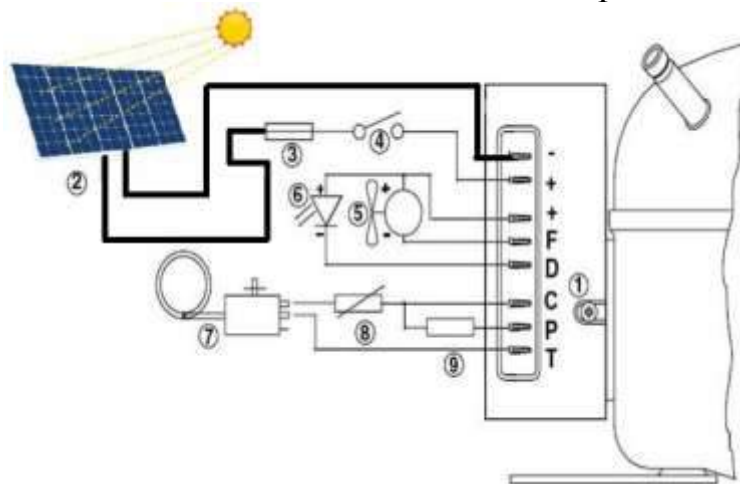


Рис. Принцип роботи холодильної системи від сонячної панелі

Електронний блок встановлений на компресорі, повинен бути підключений безпосередньо до полюсів сонячної панелі 2. Електронний блок захищений від зворотного підключення живлення. Для додаткового захисту встановлюється запобіжник 3 в плюсовому кабелі «+», як можна ближче до сонячної батареї. Для роботи використовується головний вимикач 4. Компресор зупиняється і знову запускається відповідно до встановлених меж напруги, згідно заводу виготовлювача. Також для керування швидкістю, між клемми C і P встановлено з'єднання з резистором 9. Термостат 7 підключається між клемми C і T. Швидкості компресора в діапазоні від 2000 до 3500 об/хв можуть бути отримані, коли встановлений резистор 8 для регулювання напруги (V) ланцюга управління. Значення резисторів для різних швидкостей обертів двигуна наведені в таблиці згідно заводу виготовлювача. Вентилятор 5 може бути підключений між клемми «+» і F, необхідно використовувати вентилятор 12 В. Світлодіод LED 6 може бути підключений між клемми «+» і D. Якщо елек-



тронний блок зафіксує помилку в роботі, діод буде мигати кілька разів. Кількість спалахів залежить від того, яка помилка була зафіксована і записана. Кожен спалах триватиме 1/5 секунди. Після фактичної кількості спалахів буде затримка без спалахів, а послідовність для кожної записаної помилки повторюватиметься кожні 3 хвилини. Тип двигуна: безщітковий двигун постійного струму. Безщіткові двигуни постійного струму мають кілька переваг: вони ефективніші завдяки відсутності щіток, що знижує тертя та енергетичні втрати. Вони довговічніші, оскільки не зношуються через механічний контакт, що також зменшує необхідність у технічному обслуговуванні. Такі двигуни мають менше теплових втрат, працюють тихіше і генерують менше шуму.

Після аналізу системи автономної холодильної установки, що працює на сонячній енергії, ми встановили, що для ефективної роботи критично важливим є постійне надходження сонячної енергії. Однак максимальне навантаження на систему кондиціонування повітря спостерігається при найвищих зовнішніх температурах. Модель компресору, який ми досліджували має шаг 100 обертів за хвилину від 2000 до 3500. При цьому холодопродуктивність компресору зростає на 70% на максимальних обертах.

У зв'язку з цим, робота компресору передбачає використання на максимальних потужностях під час пік сонячної активності 3500 об/хв, а на мінімальних обертах - 2000 об/хв — коли рівень сонячної енергії знижується. Завдяки такій стратегії можливо отримати безкоштовне охолодження. Крім того, для забезпечення більш тривалої роботи системи, можна додатково впровадити акумулятор, що забезпечить необхідну ємність для збільшення автономності установки. Важливо зазначити, що схема системи не містить зайвих елементів, що підвищує її ефективність і можливість безперервної роботи без обслуговування.

Створення холодильних установок на базі зазначених компресорів має на меті забезпечення доступності сучасних охолоджувальних систем для широкого кола користувачів. Важливим аспектом є те, що кожна людина зможе придбати таку установку та, за наявності базових технічних навичок, самостійно встановити її в домашніх умовах. Це забезпечить значну зручність і економічну вигоду для споживачів.

Зокрема, такі установки можуть мати критичне значення для підтримки здоров'я людей, які страждають на серцево-судинні захворювання та інші хронічні хвороби, оскільки стабільна температура навколишнього середовища може зменшити навантаження на організм в умовах високих температур. Враховуючи сучасні кліматичні зміни та підвищення температури повітря, наявність доступних і ефективних охолоджувальних систем є надзвичайно важливою для попередження теплових ударів і інших серйозних захворювань.

Відсутність акумуляторів у системах охолодження на сонячній енергії має низку переваг: Вища енергоефективність, Зменшення витрат на обслуговування, Покращена екологічність, менша початкова вартість системи. Сфери застосування цих холодильних установок на сонячній енергії - це медична сфера, туристична сфера, військова сфера, побутова сфера, комерційна сфера.

## ТРАНСКРИТИЧНІ УСТАНОВКИ НА ДВООКИСІ ВУГЛЕЦЮ ДЛЯ «METRO Cash & Carry»

Семенюк Д.П., к.т.н., доцент; Григоров Ю.Ф., здобувач  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The «METRO Cash & Carry» refrigeration system, which is implemented entirely using environmentally friendly CO<sub>2</sub> refrigerant, is considered. The main advantages and technical solutions that allow the equipment to operate with high economic efficiency are presented.*

Холодильні системи на природних холодоагентах набувають все більшого поширення в нашій країні. Основними причинами для переходу на двоокис вуглецю є: енергоефективність систем порівняно з холодильними установками, що працюють на ГФВ; законодавчі норми, що застосовуються в Україні; екологічна безпека холодоагенту.

Флагманом у впровадженні передових технологій виступають іноземні роздрібні мережі (за даними міжнародного аналітичного агентства Shecco, кількість холодильних установок у Європі перевищила 29 000 шт.). Безумовним лідером, за кількістю гіпермаркетів, що працюють на природному холодоагенті, є компанія «METRO Cash & Carry» [1]. Німецький оптовий гігант використовує екологічні установки не тільки при будівництві, а й у реконструкції об'єктів, що вже працюють. Перехід компанії «METRO Cash & Carry» на природні холодоагенти є частиною програми «F-gas exit program», розрахованої на 17 років (з 2013 по 2030 роки) зі скорочення викидів парникових газів на 90%.

Деякі з них, як холодоагент вже використовують CO<sub>2</sub>, деякі – мають субкритичні системи та деякі – транскритичні системи. Надалі компанія «METRO Cash & Carry» планує встановлювати лише транскритичні системи.

Система холодопостачання «METRO Cash & Carry» реалізується повністю із застосуванням екологічно чистого холодоагенту CO<sub>2</sub>.

Для холодопостачання гіпермаркету застосовується одна централізована система холодопостачання з двоступеневим стиском CO<sub>2</sub> (R744) холодоагенту. Система холодопостачання працює у транскритичному та субкритичному циклі залежно від температури навколишнього повітря [2]. Система холодопостачання забезпечує три режими кипіння: низькотемпературний -32<sup>0</sup>С, середньотемпературний -7<sup>0</sup>С та високотемпературний 0<sup>0</sup>С.

Поряд з енергоефективним холодоагентом CO<sub>2</sub>, на об'єктах використовуються такі передові технології. Управління компресорів організовано за допомогою інверторного приводу. Системи холодопостачання виконані на базі напівгерметичних поршневіх компресорів виробництва Bitzer останнього покоління за схемою з компресорами паралельного стиснення CO<sub>2</sub> (R744) холодоагенту. Використання даних компресорів дозволило отримати оптимальне значення енергоспоживання у частині холодильних агрегатів. Істотний внесок у загальне зниження енергоспоживання в системі робить комплекс управління від компанії Danfoss: рідинний та газовий ежектор, контролери з енергозберігаючим алгоритмом. Провідні компресори кожного контуру кипіння обладнані частотни-

ми перетворювачами Danfoss для забезпечення плавності регулювання системи та підвищення ефективності роботи компресорів при частковому навантаженні. Середньотемпературний контур кипіння обладнаний двома компресорами із частотними приводами. Відтавання повітроохолоджувачів від намерзлого під час роботи інею здійснюється за допомогою електричного відтаювання. Охолоджувачі камер зберігання застосовані виробництва Guentner і Lu-ve. Торгові холодильні меблі виробництва FreoG оснащені дверцятами, що також дозволяє збільшити енергоефективність загалом. Скидання теплової енергії холодильних установок здійснюється за допомогою охолоджуваного газкулера виробництва Guentner. Газкулер оснащений вентиляторами з ЕС-електродвигунами, які мають на 10-15% більший ККД, ніж стандартні асинхронні електродвигуни, а також дозволяють забезпечити плавне регулювання тиску конденсації холодоагенту взимку або температури газоподібного CO<sub>2</sub>, що охолоджується, в спеку. Передбачено можливість підключення системи рекуперації. Холодопостачання високотемпературних камер зберігання здійснено за допомогою проміжного холодоносія на основі пропіленгліколю. Холодоносієм охолоджується в пластинчастому теплообміннику за рахунок кипіння CO<sub>2</sub> холодоагенту. Насоси, що здійснюють подачу холодоносія до теплообмінника високотемпературної системи, оснащені частотними приводами, які дозволяють знизити енергоспоживання при зниженні потрібної витрати теплоносія під час роботи системи. З метою автоматизації системи холодопостачання застосовані контролери фірми Danfoss з енергозберігаючими алгоритмами роботи холодильних установок, а також система диспетчеризації холодопостачання Danfoss Adap-Kool, яка, крім збору даних про роботу холодильної установки, також дозволяє реалізувати функції оптимізації тиску кипіння та відтавання за потребами

Термін окупності для таких рішень лежить у межах від 3 до 5 років, за рахунок застосування інноваційних рішень та енергоефективного обладнання. Після перших шести місяців роботи торговельного комплексу можна побачити високі результати економії електроенергії (до -26% залежно від температури зовнішнього середовища).

Такого результату в енергоспоживання об'єкта вдалося досягти за рахунок сукупності застосованих рішень, але найважливішим енергозберігаючим фактором стало використання на об'єктах CO<sub>2</sub> холодоагенту. Фактичні результати шести місяців роботи гіпермаркетів «METRO Cash & Carry» наочно показують, що холодоагент CO<sub>2</sub> не тільки екологічно безпечний, а й дозволяє суттєво заощадити на споживанні електроенергії та як наслідок підвищити рентабельність бізнесу, що використовує холодильне обладнання у своїх проектах.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «METRO Cash & Carry». Офіційна сторінка. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.metro.ua/>.
2. R-744 (CO<sub>2</sub>). Climalife. Офіційна сторінка. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://climalife.com/ru/product/r-744-co2/>.

## ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

О.В. Петренко, к.т.н., доцентка; Єрмоленко О.В., здобувачка  
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

The current problems of energy consumption in the food industry related to low-temperature processing of food raw materials are considered. The main technologies of low-temperature processing are analyzed from the point of view of their energy efficiency. Modern energy-efficient solutions are considered and prospects and directions of further research in this area are identified.

У сучасному світі, де енергоресурси стають дедалі дорожчими, а екологічні питання виходять на перший план, харчова та переробна промисловість стикається з нагальною необхідністю оптимізації енергоспоживання. Особливо це стосується процесів низькотемпературної обробки, які є невід'ємною частиною виробництва харчових продуктів.

Згідно з дослідженнями, холодильне обладнання в харчовій промисловості є одним із найбільших споживачів електроенергії, а його частка може сягати 50-60% від загального енергоспоживання підприємства. Це ставить перед галуззю завдання пошуку ефективних рішень, які б дозволили зменшити енерговитрати та підвищити конкурентоспроможність.

Технології низькотемпературної обробки, такі як заморожування, сублімаційне сушіння та вакуумне охолодження, відіграють ключову роль у збереженні якості та свіжості харчових продуктів. Однак, вони також є енергоємними процесами, що вимагають значних витрат електроенергії.

Сучасні наукові дослідження спрямовані на розробку та впровадження енергоефективних технологій, які б дозволили мінімізувати енерговитрати без шкоди для якості продукції. Серед таких рішень – використання сучасного енергоефективного обладнання та екологічно безпечних холодоагентів, таких як CO<sub>2</sub>, аміак та пропан. Інтелектуальні системи управління енергією, які автоматично регулюють температуру залежно від завантаження камери, також допомагають оптимізувати споживання енергії. Кріогенне заморожування, імпульсне та високошвидкісне заморожування, а також теплові насоси для охолодження – це лише деякі з інноваційних технологій, які відкривають нові можливості для економії енергії в харчовій промисловості.

Водночас, важливо забезпечити широке впровадження вже існуючих енергоефективних технологій на підприємствах харчової промисловості. Енергоефективна низькотемпературна обробка харчової сировини – це не лише питання економії енергії, але й питання сталого розвитку харчової промисловості. Впровадження інноваційних технологій дозволить забезпечити високу якість продукції, зменшити вплив на довкілля та підвищити конкурентоспроможність підприємств.

## ЗАСТОСУВАННЯ СУБЛІМАЦІЙНОГО СУШІННЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ПРОДУКТІВ

Жила В.І., к.т.н., професор; Іващенко М.А., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Annotation. The paper analyzes the most common methods of food dehydration. The main energy costs for product processing are determined, and the advantages and disadvantages of their use are noted.*

**Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій.** Сухофрукти відіграють важливу роль в житті людини, оскільки вони є не тільки смачним, але й корисним додатком до раціону. На відміну від свіжих фруктів, які при тривалому зберіганні втрачають значну частину вітамінів, що містяться в них, сухофрукти здатні зберігати корисні властивості тривалий час і можуть компенсувати нестачу вітамінів цілий рік, незалежно від сезону. Проведений аналіз, показує, що існуючі методи мають велику вартість обладнання, енергоємні, малоефективні та часто не задовольняють вимогам якості готового продукту.

**Мета досліджень.** Визначити найкращі способи зневоднення харчових продуктів для збереження їх корисних природних якостей.

**Основні матеріали досліджень.** Найбільш поширеним способом є конвективне сушіння при пропусканні нагрітого теплоносія через шар вологої сировини [1]. В якості теплоносія використовується повітря, водяна пара, димові гази. Даний метод видалення вологи простий і не потребує складного та вартісного обладнання, що є його основними перевагами.

Основними недоліками установок конвективного сушіння є невисока інтенсивність видалення вологи, високі витрати енергії (1,6–2,5 кВт·год енергії на 1 кг випаруваної вологи), нерівномірність нагріву шару сировини та низька поживна цінність отриманої продукції в результаті дії високих температур.

Зневоднення сировини з використанням інфрачервоних випромінювачів супроводжується значним нагріванням поверхні продукту, що призводить до створення значного температурного градієнту, який перешкоджає дифузії вологи з внутрішніх шарів матеріалу до поверхні. Тому потрібні паузи, під час яких волога буде переміщуватися з середини матеріалу на поверхню [2].

Перевагами інфрачервоного зневоднення є висока продуктивність, гнучкість керування процесом та простота конструкції сушильних установок. Однак наявність суттєвих недоліків, зокрема, нерівномірність нагрівання продукту, досить низького коефіцієнта потужності джерел інфрачервоного випромінювання та значної енергоємності процесу – від 1,5 до 2,0 кВт·год на 1 кг видаленої вологи, стримують широке застосування [2].

Сушіння з використанням струмів надвисоких частот (НВЧ) засноване на явищі поляризації молекул висушуваного матеріалу. Під впливом електричного поля з високим значенням напруженості, що створюється магнетроном спостерігається регульований нагрів сировини. Видалення вологи відбувається з усього об'єму висушуваного матеріалу. Водночас всередині молекул виникають градієнти тиску, що призводить до прискорення дифузії вологи [3].

Перевагою даного методу, порівняно з іншими способами сушіння, є

висока інтенсивність видалення вологи та можливість регулювання та підтримання встановленої температури сировини. Основні недоліки - це висока складність, металомісткість обладнання та значна енергоємність процесу (2,5–5 кВт·год на 1 кг видаленої вологи). Важливим аспектом також є екологічна небезпека через негативний вплив мікрохвильового випромінювання на організм людини та використання високих напруг, що значно підвищує ризик ураження електричним струмом [3].

З точки зору збереження харчової цінності сировини, найкращим способом зневоднення є сублімаційне сушіння у вакуумному середовищі. Дана технологія дозволяє мінімізувати втрату вітамінів, погіршення смаку, кольору, текстури та інших органолептичних якостей готового продукту [4].

Процес сублімаційного сушіння можна розділити на два основні етапи (рис. 4). Під час першого етапу в умовах глибокого вакууму волога виморожується в виходить на поверхню матеріалу. На другому етапі за рахунок інтенсивного виділення тепла відбувається випаровування вологи, при якому лід, омиваючи рідкий, переходить в газоподібний стан.

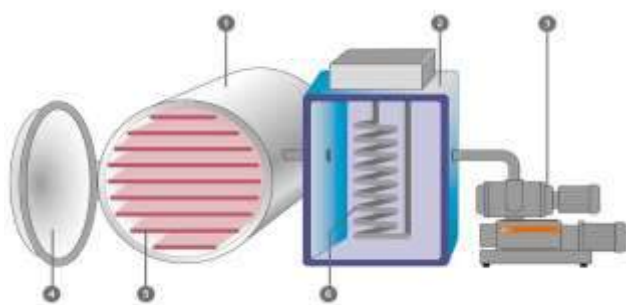


Рисунок 4. Технологічна схема сублімаційної сушарки:

- 1 – сушильна камера;
- 2 – конденсатор;
- 3 – вакуумна система;
- 4 – герметичні двері шафи;
- 5 – нагрівальні пластини;
- 6 – змійовик охолодження

Однак, через значну вартість та складність технологічного обладнання, низьку продуктивність, високі капіталовкладення та витрати на виробництво широкого поширення установки для сублімаційного сушіння не набули. Не останню роль в цьому також відіграє дуже висока витрата електроенергії (від 3 до 3,9 кВт·год на 1 кг видаленої вологи [25, 38, 39]).

#### Список літератури.

1. Савойський, О. Ю. (2016). Аналіз методів сушки плодоовочевої сировини та їх класифікація. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 175 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України»*, 85–87.

2. Salehi, F., & Satorabi, M. (2021). Influence of Infrared Drying on Drying Kinetics of Apple Slices Coated with Basil Seed and Xanthan Gums. *International Journal of Fruit Science*, 21(1), 519–527. <https://doi.org/10.1080/15538362.2021.1908202>.

3. Taghinezhad, E., Kaveh, M., Szumny, A., Figiel, A., & Blasco, J. (2023). Qualitative, energy and environmental aspects of microwave drying of pre-treated apple slices. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43358-6>.

4. Kovacı, T., Dikmen, E., & Şahin, A. Ş. (2020). Energy and exergy analysis of freeze - drying of mint leaves. *Journal of Food Process Engineering*, 43(11). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13528>.

## ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В ПРОМИСЛОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМАХ: СТРАТЕГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

О.В. Петренко, к.т.н., доцентка; Коваль Д.В., магістрант

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*Energy saving strategies and technologies used in industrial refrigeration systems are considered. The main factors affecting energy consumption are analyzed, and a comprehensive approach to optimizing energy costs is defined.*

У контексті зростання цін на енергоресурси та посилення екологічних вимог, оптимізація енергоспоживання в промислових холодильних системах є актуальним завданням. Метою дослідження є аналіз ефективності застосування енергозберігаючих технологій для зниження собівартості продукції та зменшення впливу на довкілля.

Сучасні технології пропонують чимало рішень для оптимізації енергоспоживання в промислових холодильних системах. Застосування в холодильних системах енергоефективних компресорів. Компресори є основними споживачами електроенергії в холодильних системах. Сучасні моделі компресорів здатні регулювати свою потужність залежно від поточного навантаження, що дозволяє зменшити споживання енергії. Інверторні компресори, зокрема, забезпечують економію енергії до 15-20% на рік, особливо при частковому навантаженні.

Впровадження багатоступеневих систем охолодження. На відміну від однорівневих систем, багатоступеневі системи використовують кілька етапів охолодження, що значно знижує енергетичні витрати. Ці системи особливо ефективні для підприємств харчової та переробної промисловості, які потребують підтримки різних температурних режимів для різних видів продукції. Багатоступеневі системи оптимізують енергоефективність, запобігаючи зайвому перегріву та перевантаженню обладнання.

Рекуперація тепла. При проектуванні сучасних холодильних систем необхідно передбачати блок рекуператорів, що дозволить використовувати тепло, яке виділяється під час роботи компресорів, для інших потреб. Наприклад, це тепло можна використовувати для опалення приміщень або підігріву води. Застосування технології рекуперації тепла дозволяє скоротити витрати на опалення та підвищити загальну енергоефективність підприємства.

Використання якісних теплообмінників. Ефективність роботи холодильної системи безпосередньо залежить від якості та конструкції теплообмінників. Теплообмінники з високим коефіцієнтом тепловіддачі та низькими тепловтратами дозволяють зменшити енергоспоживання для підтримки стабільної температури. Застосування екологічно чистих холодоагентів. Традиційні холодоагенти, такі як фреон, негативно впливають на довкілля та вимагають більших енергетичних витрат для підтримки заданої температури. Використання нових екологічно безпечних холодоагентів дозволяє не лише зменшити викиди вуглецю, але й знизити енергетичні витрати.

Впровадження енергоефективних технологій в промислові холодильні системи – це не лише питання економії коштів, але й стратегічно важливий крок на шляху до сталого розвитку.

## ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМАХ ПІДПРИЄМСТВ РІТЕЙЛУ

О.В. Петренко, к.т.н., доцентка; Куценко М.С., здобувач  
(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*An analysis of the comprehensive application of energy-efficient technologies in refrigeration systems of retail enterprises is presented. The use of geothermal heat pumps, solar power plants, fan coils and other "green" initiatives is considered.*

У контексті глобальних кліматичних змін та зростання енергоспоживання, оптимізація енергетичних систем підприємств ритейлу, зокрема холодильних, набуває особливої актуальності. Метою дослідження є аналіз комплексного застосування інноваційних енергозберігаючих технологій на прикладі конкретного кейс-стаді.

Використання для системи опалення та кондиціонування підприємств ритейлу геотермальних теплових насосів. Це можливо реалізувати за допомогою ґрунтових теплових насосів Dimplex SI 130TU з коефіцієнтом перетворення COP=4,7 що дозволить значно знизити енергоспоживання на опалення та кондиціонування. Вертикальні ґрунтові свердловини загальною довжиною 5300 метрів є ефективним джерелом тепла/холоду.

Для опалення та охолодження приміщень можливе застосування фанкойлів, які є частиною енергоефективної системи з тепловими насосами. Підігріта тепловим насосом вода надходить у теплообмінник фанкойла, а вентилятор розповсюджує тепле повітря по приміщенню. Влітку ж, охолоджена в ґрунтових свердловинах вода використовується для кондиціонування. Ключовою особливістю фанкойлів є їх здатність швидко досягати заданої температури та точно підтримувати її рівень, створюючи комфортні умови для перебування в супермаркеті.

Використання CO<sub>2</sub> як холодоагенту у холодильній системі підприємств ритейлу, у докритичних (субкритичних) або надкритичних (транскритичних) циклах, екологічно чисте рішення, що не шкодить озоновому шару. Діоксид вуглецю є екологічно безпечним (ODP = 0, GWP = 1). CO<sub>2</sub> це нейтральний холодоагент, нетоксичний, незаймистий, з відносно невисокою вартістю, широкою доступністю, високою енергоефективністю, високою охолоджувальною здатністю. Як холодоагент CO<sub>2</sub> має відмінні теплофізичні властивості, забезпечуючи холодильній системі високу продуктивність і низьке енергоспоживання.

Встановлення власної сонячної електростанції станції (СЕС), що дозволяє частково або повністю покрити потреби підприємства ритейлу в електроенергії в залежності від погодних умов. У сонячні дні власна СЕС повністю покриває потреби магазину в електроенергії, зменшуючи його залежність від традиційних джерел енергії та скорочуючи вуглецевий слід.

Результати дослідження демонструють, що комплексне застосування енергоефективних технологій дозволяє значно зменшити енергоспоживання підприємства ритейлу, підвищити його екологічну безпеку та забезпечити комфортні умови для відвідувачів та працівників.



## ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ЗАМОРОЖУВАННЯ КУРЯЧИХ СУБПРОДУКТІВ НА ЇХ ЯКІСТЬ

Мольський О.С., аспірант;

Потапов В.О., д.т.н., професор, (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Experimental studies of the freezing process of chicken offal at different freezing speeds were conducted. It was found that the color of frozen products improves with increasing speed. The initial radius of crystals during the freezing process was calculated, which correlates with the quality of the product.*

Курячі лапки є традиційним продуктом на ринках північно-східної Азії та Китаю. Налагоджування виробництва заморожених курячих субпродуктів українськими виробниками є перспективним бізнесом, зважаючи на те, що в Україні курячі лапки відносять до так званих боєнських відходів.

Відомо, що процес заморожування тваринних тканин — це складний процес замерзання тканинної рідини, яка складається з розчинених мінеральних та органічних речовин. Вільна вода знаходиться у міжклітинному просторі продукту та є розчинником мінеральних речовин. У міру виморожування вільної води збільшується концентрація солей у незамерзломому міжклітинному розчині, що призводить до зменшення криоскопічної температури (початку кристалоутворення).

Залежно від швидкості процесу заморожування зміщується положення криоскопічної температури та утворюються кристали льоду різного радіусу. При цьому виморожування води відбувається поступово, з підвищенням концентрації розчину, що залишився.

При повільному заморожуванні спочатку утворюються кристали льоду із позаклітинного тканинного соку невисокої концентрації. Під дією різниці концентрацій всередині та зовні клітини виникає дифузія водяної пари через стінки клітин, що призводить до росту кристалів льоду, що травмують тканини. Крім того повільне заморожування призводить до повної втрати вільної води всередині клітин. Вони втрачають пружність, внаслідок кількості ушкоджених клітин може перевищувати 70%. Це призводить до того що після розморожування такі продукти втрачають свою первісну якість.

При швидкому заморожуванні тепловідведення відбувається інтенсивніше. Перш ніж встигне розвинутихся дифузійний процес, температура всередині волокон і клітин стає досить низькою, щоб там відповідно до концентрації розчину почалося кристалоутворення. Таким чином, швидке заморожування призводить до затвердіння вологи без значного її перерозподілу. При цьому заморожений продукт краще зберігає свою водоутримуючу здатність та має менший ступінь небажаних хімічних та біохімічних перетворень.

Непрямым показником якісного стану замороженого продукту тваринного походження вважається його колір. При повільному заморожуванні колір замороженого курячого м'яса темний, при швидкому заморожуванні світлий, що пов'язано з розміром кристалів у поверхневому шарі. Більш дрібні кристали

краще відбивають падаюче світло, що візуально сприймається як світлий колір.

Нами проведено експерименти з заморожування курячих лапок за різних режимів, результати яких наведені нижче.

Таблиця 1. Порівняння режимів заморожування з показниками якості курячих субпродуктів.

$t_0$ , °C	$v$ , м/с	$\Delta t/\Delta v$ , °C/хв	$t_{кр}$ , °C	$r_0$ , мкм	Колір	Бальна оцінка якості
-38	0.5	0.16	-0.68	0.37	темно-рожевий	2
-38	1	0.33	-1.36	0.18	світло-рожевий	4
-38	2	0.56	-0.82	0.30	світло-жовтий	5
-26	1.5	0.14	-1.08	0.23	темно-рожевий	2
-26	3	0.28	-2.80	0.09	рожевий	3
-26	6	0.49	-0.03	7.43	світло-жовтий	5

Швидкість заморожування  $\Delta t/\Delta v$  визначалась як відношення різниці криоскопічної температури ( $t_{кр}$ ) та кінцевої температури (-18°C) до відповідної тривалості цього періоду, яка визначалась за термограмами заморожування. Початковий радіус кристалів розраховувався за рівнянням Гіббса-Томпсона.

Отримані дані свідчать про те, що краща якість заморожених курячих лапок відповідає високій швидкості заморожування. При цьому спочатку утворюються кристали більшого радіусу, що пов'язано з кристалоутворенням вільної вологи у позаклітковому просторі, але в подальшому ці кристали не збільшуються, оскільки дифузія внутрішньо-кліткового розчину не встигає проявитись до моменту закінчення процесу заморожування. При повільному заморожуванні спочатку можуть утворюватися кристали меншого радіусу, але вони утворюються всередині клітин, що призводить до збільшення дифузії клітинного соку у міжклітинний простір з подальшим зростанням кристалів льоду там і погіршенню якості замороженого продукту.

**НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ТВЕРДОТІЛЬНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ**

Семенюк Д.П., к.т.н., доцент; Толмачов О.В., здобувач  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*A new alternative solid-state cooling technology, without the use of classical evaporation technologies, is proposed, which is being introduced by Danish scientists. The problems are considered and the prospects for research and development of this technology are outlined.*

Розглянемо нову технологію охолодження за допомогою стиску. Як показують дослідження, нові технології «пружного охолодження» потенційно виявили себе більш ефективно, ніж традиційні методи, засновані на випарі, причому використовуються в них екологічно чисті холодоагенти.

В основі нової технології лежить явище зміни температури при зміні механічного тиску в холодильній системі. В одному з найбільш популярних журналів по прикладній фізиці, група вчених Данського Технічного університету повідомила, що новий ефект, що одержав назву "Elastocaloric" (пружна калорійність), відкриває двері альтернативним технологіям твердотільного охолодження без використання класичних технологій з випаром. Ефект Elastocaloric є не таким вже і новим, ученим відомо, що різка зміна зовнішнього впливу на матеріал, може змінити його термодинамічні властивості або ентропію, що є мірою необоротності термодинамічних процесів [1].

Данські вчені вже досить давно спеціалізуються на вивченні різних ефектів, які дозволяють розробляти нові технології для виробництва холодильного обладнання. Кілька років назад вони успішно розробили холодильну систему, що працює на принципі зміни термодинамічних характеристик матеріалів у магнітному полі. Тепер же вони вивчають потенціал охолодження на основі зовнішнього силового впливу.

Один з керівників дослідницької програми з Данського Технічного університету заявив, що при ефекті Elastocaloric виділяється велика кількість схованої енергії, що генерує високі потужності, набагато перевищуючі можливості генерування холоду за допомогою магнітних полів [2].

З фізичної точки зору новий ефект пов'язаний з мартенситним перетворенням, що проявляється в буздифузійній структурній зміні аустеніту й мартенситової фази (твердих і рухливих кристалічних ґрат), які викликаються зниженням температури або зовнішньою силою. Кожне із цих впливів викликає температурно-температурно-індукований ефект «пам'яті форми» або стрес-індукований ефект «надпружності» [3]. На матеріал в аустенітній фазі відбувається вплив, відбувається процес екзотермічного аустенітно-мартенситного перетворення, у результаті чого метал нагрівається, віддаючи тепло в навколишнє середовище. Після цього навантаження знімається, і кристалічна структура переходить до вихідної форми, у результаті чого матеріал остигає й може поглинати тепло з навколишнього середовища.

Група вчених показала перші зразки матеріалів, з якими можна створювати технологію Elastocaloric на основі нікель-титанових сплавів. Такий сплав можна багаторазово піддавати навантаженням для відтворення потрібного ефе-

кту в широкому діапазоні температур. За словами вчених це важливий крок у вивченні своїх властивостей матеріалів у рамках технології Elastocaloric для охолодних пристроїв. Вони можуть бути використані не тільки в побутових холодильниках або кондиціонерах, але й у теплових насосах, для яких потрібна різниця температур між джерелом тепла й радіатором не менше 30 Кельвінів.

Однієї з непростих завдань, які вирішили датські вчені, є стабілізація нікель-титанового сплаву [4]. Вона необхідна для того, щоб забезпечити багатозначність відтворення даного ефекту, що має вирішальне значення для переведення нової технології на практичні рейки. Останніми роками нікель-титанові сплави відіграють все більш важливу роль у багатьох галузях, але вони все ще мають недоліки, такі як легке окислення, висока вартість обробки та довгі виробничі цикли під час фактичного виробництва та обробки. Завдяки поглибленим дослідженням властивостей нікель-титанових сплавів і безперервному розвитку технологій перспективи нікель-титанових сплавів, безсумнівно, ставатимуть все кращими. Фахівці говорять про те, що технологія Elastocaloric допоможе створити зовсім нові моделі холодильного обладнання, включаючи теплові насоси, холодильники, кондиціонери й т.д. Вона може розглядатися як прямий конкурент і заміна застаріваючої технології, що використовує газоподібні холодоагенти. Нова технологія стиску більш ефективна, відрізняється екологічною безпекою й універсальністю використання. Не виключено, що завдяки високій надійності теплорегулюючі системи космічних станцій теж незабаром перейдуть на технологію Elastocaloric.

За словами вчених у швидкому майбутньому буде випущений перший великий прототип холодильної установки Elastocaloric, що продемонструє потенціал нової технології. Потім будуть створені ще більш складні й продуктивні пристрої, які зможуть успішно конкурувати на ринку із класичними системами. Подальші зусилля вчених будуть направлені на дослідження методів подолання втоми матеріалу, що є основним чинником, що обмежує застосування нової технології.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Еластокалорійний ефект. Офіційна сторінка. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.caloricool.org/area/elastocaloric-effect>.
2. Данський технічний університет. Офіційна сторінка. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.dtu.dk/>.
3. Мартенситне перетворення. Офіційна сторінка. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://stud.com.ua/73697/tehnika/martensitne\\_peretvorennnya](https://stud.com.ua/73697/tehnika/martensitne_peretvorennnya)
4. Властивості та застосування нікель-титанових сплавів. Офіційна сторінка. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://ua.fanmetalloy.com/info/properties-and-applications-of-nickel-titanium-93867853.html>

## РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

Жила В.І., к.т.н., професор; Халін Д.В., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The work analyzes the elements of a refrigeration plant as automation objects, identifies devices for controlling technological parameters and protecting equipment. A refrigeration plant automation scheme is developed.*

**Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій.** Холодильні машини з точки зору класичної автоматизації досить прості, тому що в них необхідно підтримувати чотири параметри: температуру, тиск, рівень та вологість (для кондиціонерів). Однак для реальної холодильної машини, що забезпечує індивідуальні потреби замовника необхідно глибоке розуміння холодильної техніки для правильної її автоматизації.

**Мета досліджень.** Розробити схему автоматизації холодильної установки на основі аналізу процесів автоматизації.

**Основні матеріали досліджень.** Автоматизація забезпечує: зниження експлуатаційних витрат, збільшення продуктивності праці, підтримання необхідного температурного режиму в охолоджуваних камерах, безпечність і безаварійність роботи холодильних установок. Для розробки схеми автоматизації холодильної установки проводимо аналіз процесів автоматизації.

Компресору, як найбільш складному пристрою необхідні прилади захисту. Його захищають від надмірно низького тиску всмоктування (через можливого витікання холодильного агента) та надмірно високого тиску нагнітання (через перевищення температури зовнішнього повітря). Для цього використовують здвоєне реле сторони низького тиску (на всмоктуванні) та сторони високого тиску (нагнітання), що автоматично відключає компресор у разі зниження тиску всмоктування чи надмірному тиску нагнітання.

Реле контролю мащення контролює перепад тиску на вході та виході вбудованого насоса мащення, що подає мащення до підшипників та інших навантажених частин компресора. Ці реле захищають компресор від аварії та механічного пошкодження.

Далі стиснута пара подається до конденсатора де в результаті теплообміну з оточуючим середовищем конденсується до стану рідини. В невеликих конденсаторах (побутовий холодильник) вентилятор для примусового охолодження конденсатора не ставлять, а для великих – може працювати до 12 вентиляторів. У простому випадку вентилятор вмикається одночасно з компресором, а в більш складних пристроях – від спеціального термостату або реле тиску.

Із конденсатора рідкий холодоагент поступає до терморегулюючого вентиля (ТРВ). ТРВ регулює кількість холодоагенту у випаровувачі (охолоджувачі) та підтримує перегрівання пари після випаровувача (щоб до компресора не попадали краплі холодоагенту, які можуть викликати гідроудар). У ТРВ відбувається дроселювання холодильного агента.

Схема холодильної машини обов'язково комплектується фільтром-осушувачем для усунення не стільки механічних частинок, скільки від вологи



## ТЕПЛОВИЙ НАСОС – ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОПАЛЕННЯ, ЩО НЕ ШКОДИТЬ ДОВКІЛЛЮ

Сасімова І.А., к.т.н, викладач-методист, спеціаліст вищої категорії; Юрченко Ю.Ю., спеціаліст вищої категорії; Юрченко Я.Ю. студент (ВСП «Харківський фаховий коледж харчової промисловості ДБТУ», м. Харків, Україна)

*A heat pump is an innovative green heating technology that does not create harmful waste and does not require fuel. It has certain advantages and disadvantages.*

Тепловий насос (ТН) – це агрегат, який використовує теплову енергію навколишнього середовища для обігріву приміщень. Він відбирає низькопотенційне тепло з землі, повітря, води й перетворює його в високопотенційне, необхідне для нагрівання теплоносія системи опалення. Оскільки джерело тепла – навколишнє середовище, в процесі роботи ТН не створює ніяких шкідливих відходів і для його функціонування не потрібне паливо. При цьому обладнання може не тільки обігрівати будинок, а й задовольняти потребу в гарячій воді.

Принцип роботи теплового насоса подібний до роботи кондиціонера (Рис.1).



Рис. 1

Від кондиціонера теплові насоси відрізняються поліпшеними параметрами. Вони можуть працювати на обігрів приміщень, поки температура повітря за вікном не знизиться до  $-15$ – $-25^{\circ}\text{C}$ . До складу установки входить контур, в якому циркулює холодильний агент, а також компресор, випарник і конденсатор. У випарнику фреон переходить у газоподібний стан з поглинанням тепла з навколишнього середовища. У компресорі газ стискається і потрапляє в конденсатор.

Там він перетворюється на рідину, тепло якої використовується для нагріву води в контурі опалення. Цей принцип роботи практично однаковий для всіх типів теплових насосів. Відмінності лише в тому, яке середовище використовується для отримання тепла. Це може бути вода, земля, повітря та інші джерела. Теплоносій, в ролі якого виступає вода, за допомогою фреону нагрівається приблизно до 55-65°C. Цієї температури цілком достатньо для того, щоб забезпечити гаряче водопостачання, систему опалення, теплу підлогу. Принцип дії заснований на використанні низькопотенційної теплової енергії. Саме це обмежує використання тепловим насосом елементів навколишнього середовища. Оптимальний режим роботи – це –10°C.

Якщо температура знижується, то ефективність установки «повітря-вода» суттєво зменшується.

#### Переваги та недоліки різних типів систем ТН

Системи «вода-вода» та «вода-повітря» використовують воду як джерело тепла, можуть бути підключені до глибоких свердловин або водоймищ.

- Потребують доступу до водного джерела.

Геотермальні насоси «земля-вода» та «земля-повітря» використовують тепло землі, що забезпечує найстабільнішу енергоефективність серед усіх альтернативних систем.

- Вимагають встановлення колекторів у свердловину чи під землю.

Теплові насоси «повітря-вода» та «повітря-повітря» використовують атмосферу як джерело тепла, тож їх перевага – можливість установки як у будинках, так і в квартирах на будь-якому поверсі.

- Ефективність залежить від температури повітря, тому кращими є низькотемпературні агрегати, які гарно обігрівають кімнати навіть при –20°C.

#### Порівняння теплових насосів з іншими способами опалення

Газове та твердопаливне обладнання залежить від постачання палива, створює шкідливі викиди продуктів горіння, має вищий ризик витоку газу або пожежі. Натомість теплові насоси використовують відновлювальну енергію, не потребують зберігання/доставки палива, безпечні для людей та екології.

Електричні системи опалення – це вельми високі витрати на електроенергію. Теплові насоси використовують електрику тільки для підтримки роботи агрегату, але не для опалення.

Сонячні колектори залежать від наявності яскравого сонця, а теплові насоси можуть працювати в будь-яку погоду, вони не обмежені сонячними днями.

#### Переваги теплових насосів

1. **Енергоефективність:** теплові насоси можуть видавати до 5 одиниць теплової енергії за кожную спожиту одиницю електроенергії, що робить їх значно ефективнішими за традиційні системи опалення.

2. **Екологічність:** агрегати забезпечують "чисте" опалення, що сприяє



збереженню навколишнього середовища.

3. **Універсальність**: теплові насоси використовуються для обігріву води та опалення, а реверсивні моделі – і для охолодження приміщень, що забезпечує комфортні умови протягом усього року.

4. **Незалежність від газу чи іншого палива**: створює більш стабільні опалювальні рішення.

5. **Довговічність**: грамотно підібрані та зібрані системи можуть служити до 50 років і більше.

#### Недоліки теплових насосів

- Висока вартість обладнання та монтажу в порівнянні з простими традиційними системами опалення.
- Ефективність агрегатів залежить від температури джерела тепла, особливо це помітно під час експлуатації повітряних теплових насосів.
- Для встановлення теплового насоса потрібно місце для розташування зовнішнього блоку та внутрішніх компонентів системи.
- Встановлення та обслуговування теплового насоса (особливо, якщо потрібна геотермальна або водяна система) буде досить енергозатратним. В деяких випадках потрібно бурити свердловини, піднімати поверхню ґрунту тощо.

#### Інформаційні ресурси

1. <https://teplosoft.com.ua/blog/shho-take-teplovij-nasos>
2. [https://beregbud.com.ua/princip-roboti-teplovogo-nasosa-povitrya-voda/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQiAoJC-BhCSARIsAPhdfSiEANKGsZkE8Iy0FdodBp\\_BYsuDk-JCzv7cMmJqHkf5uA2Jnk5kFgYaAqcOEALw\\_wcB](https://beregbud.com.ua/princip-roboti-teplovogo-nasosa-povitrya-voda/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAoJC-BhCSARIsAPhdfSiEANKGsZkE8Iy0FdodBp_BYsuDk-JCzv7cMmJqHkf5uA2Jnk5kFgYaAqcOEALw_wcB)
3. [https://termounion.ua/statti/alternatyvne-opalennja-teplovij-nasos?srsltid=AfmBOooU-GrxGNVua3dNQpcWX-nNpYpAAL\\_OJmbvCNYoCOH6UI8GsXIT](https://termounion.ua/statti/alternatyvne-opalennja-teplovij-nasos?srsltid=AfmBOooU-GrxGNVua3dNQpcWX-nNpYpAAL_OJmbvCNYoCOH6UI8GsXIT)
4. <https://mycond-heatpump.com.ua/sfera-zastosuvannya-teplovyh-nasosiv>
5. <https://dimplex.org.ua/blog/ohlazhdenie-kondicionirovanie-teplovim-nasosom>

## ОПТИМІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ: РОЛЬ ТА ВЛАСТИВОСТІ ХОЛОДОАГЕНТІВ

Штанько Я.М., к.т.н., доцент; Якушенко Є.М., студент групи 33-ЕМ  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The main aspect of the selection and application of refrigerants in refrigeration machines is based on the thermophysical and physical-chemical properties of refrigerants, their influence on the energy, technical, economic and operational indicators of the systems.*

Робоче тіло холодильної машини – холодильний агент (холодоагент) – по суті визначає енергетичні, техніко-економічні та експлуатаційні показники, а також конструктивні особливості машини певного типу. Теплофізичні властивості холодоагенту, (молекулярна маса, щільність, в'язкість, газова постійна), критичні параметри, теплота пароутворення, теплоємність рідини та насиченої пари, тепло- та температуропровідність взаємопов'язують комплекс питань, що забезпечують працездатність та ефективність машини. Фізико-хімічні властивості, термохімічна стабільність і взаємодія з водою, газами, що не конденсуються, мастилами і конструкційними матеріалами визначають особливості конструкції та експлуатації окремих елементів і машини в цілому. Нарешті, вибір та застосування холодоагенту неможливі без урахування його фізіологічних та екологічних властивостей, а також вартості.

Ідеальний холодоагент повинен забезпечити максимальну холодопродуктивність та ефективність холодильного циклу при дотриманні необхідних вимог. Він повинен бути хімічно стабільним у всьому робочому діапазоні температур, доступним і недорогим, мати високу критичну температуру і низьку температуру замерзання, бути хімічно інертним по відношенню до конструкційних матеріалів і олій, незаймистих, малотоксичних. Холодоагенти парових компресорних машин для реалізації високої ефективності циклу повинні забезпечувати задані температури кипіння та конденсації, невисоким рівнем відношення тисків (малою величиною тиску конденсації та тиском пароутворення, близьким до атмосферного), високим значенням відношення теплоти пароутворення до теплоємності рідини. Оптимальні конструктивні та енергетичні рішення щодо компресора та теплообмінних апаратів можуть бути реалізовані при невисокому рівні газової постійної, показника адіабати та динамічної в'язкості холодоагенту, а також при такому поєднанні його теплофізичних властивостей, які дозволяють забезпечити високі значення коефіцієнтів тепловіддачі.

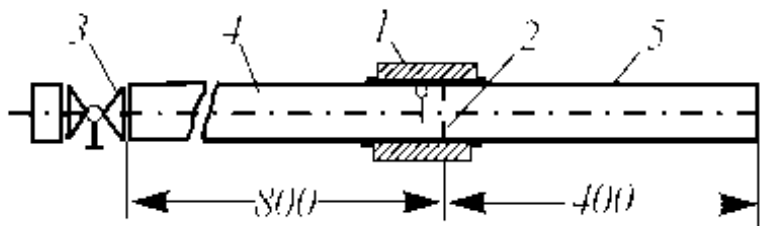
Продуктивність будь-якого холодильного агрегату залежить від температури холодоагенту на сторонах високого та низького тиску системи. Прихована теплота пароутворення холодоагенту, його тиску конденсації та кипіння також залежать від температури холодоагенту. Є певні стандарти для порівняння різних холодоагентів та холодильних агрегатів. У холодильній промисловості розроблені умови, відомі під назвою стандартних умов у різних точках холодильного циклу. Використовуючи ці стандартні умови, можна зробити правильні висновки при порівнянні будь-яких двох холодоагентів.

**ОТРИМАННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ЗА РАХУНОК ВИХРОВОГО ЕФЕКТУ**

Григоров Ю.Ф., к.т.н., доцент; Якушенко Є.М., студент групи 33-ЕМ  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The vortex effect, although simple to implement, is energy inefficient. The Peltier effect, on the other hand, is widely used in modern devices due to its compactness and ability to precisely control temperature.*

Французький інженер Ранк запропонував використовувати для охолодження вихровий ефект за допомогою спеціальної труби. Тангенційно по відношенню до внутрішньої поверхні труби встановлено сопло. Біля сопла розташована діафрагма з концентричним отвором (див. рис.). З одного боку від діафрагми знаходиться вільний вихід (холодний кінець), а з іншого – дросельний вентиль (гарячий кінець). Потік стисненого повітря, попередньо охолодженого водою, надходить у сопло, завихрюється і набуває кінетичної енергії. Через центральний отвір діафрагми повітря виходить охолоджене, а через вільний вихід – нагріте. У трубі повітря поділяється на два потоки – холодне і гаряче. Кількість повітря і, отже, температуру потоків можна регулювати більшим чи меншим відкриттям дросельного вентиля.



**Рисунок – Вихрова труба:** 1 – сопло, 2 – діафрагма, 3 – дросельний вентиль, 4 – гарячий кінець труби, 5 – холодний.

Повітряний потік, що вийшов із сопла, утворює вихор, кутова швидкість  $W$  обертання якого велика біля осі і зменшується в міру віддалення від неї. При русі до дросельного вентиля потік, внаслідок наявності сил тертя між шарами газу, набуває майже однакової кутової швидкості, оскільки внутрішні шари втрачають швидкість, а зовнішні набирають її.

У початковий момент процесу розподілу газу кутова швидкість елементарної маси його на деякій відстані від осі труби більше, ніж у наступний момент. При цьому виходить надлишок кінетичної енергії, що передається зовнішнім шарам, підвищуючи їхню температуру. Внутрішні шари газу, що охолодилися при закінченні, віддаючи свою кінетичну енергію зовнішнім шарам за допомогою тертя, не отримують у полі вихрового поділу газу еквівалентного повернення тепла від них. Температурне розшарування газу у вихровій камері відбувається значно швидше за набуття термічної рівноваги. Внаслідок цього зовнішні шари виходять через дросельний вентиль нагрітими, а внутрішні – через отвір діафрагми – холодними. Термодинамічні процеси вихрової труби малоефективні. Отримання охолоджуючого ефекту таким шляхом пов'язане з перевитратою енергії у 8-10 разів у порівнянні з повітряною холодильною машиною.

**СЕКЦІЯ 10.  
БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ  
ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ АПВ**

**ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДІЇ  
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА САДОВІ РОСЛИНИ**

Денисов Б. Ю. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Науковий керівник – к.т.н., доц. Чорна М. О.

*An analysis of the impact of electromagnetic fields on garden crops was conducted.*

В останні роки Україна втратила частину свого аграрного потенціалу внаслідок бойових дій. Разом з цим потенціалом втрачено дуже велику кількість садових культур, на відновлення яких підуть роки, а можливо і десятиліття.

Збереження залишків садових рослин наразі стає важливою задачею не тільки аграріїв, а і наукової спільноти. Безпечність існуючих методів обробки рослин виробами хімічної промисловості доводиться ставити під сумнів, оскільки після такої обробки в середині плодів залишаються пестициди, які шкодять спочатку рослині яка була оброблена, і кінцевому споживачу, людині чи тварині.

Метою цього дослідження є пошук екологічного, безпечного, ефективного та економічно вигідного впливу на існуючі дорослі рослини для забезпечення потреб населення сьогодні, а також прискорення вирощування нових садових культур та відновлення попереднього аграрного потенціалу в області садівництва.

Існують дослідження, які доводять, що передпосадкова ЕМ обробка насіння позитивно впливає на швидкість та якість вирощування рослини. Електромагнітний вплив добре впливає на мітоз – що є фундаментальним процесом у рості клітин та тканин. Окрім цього у ядрах клітин збільшується кількість нуклеїнових кислот, зростає швидкість переміщення цитоплазми, збільшується енергія проростання.

Завдяки дії електромагнітного поля створюється можливість використовувати власну енергію рослини на транслокацію мікроелементів. Дія електромагнітного поля стимулює в рослинах диференціювання камбію для утворення ксилеми та флоєми, що допомагає їм краще поглинати та транспортувати воду в умовах посухи. Застосування електромагнітної обробки може бути використано з ціллю боротьби з біологічними стресами такими як мікроби, паразити, шкідники.

Дослідження електромагнітної обробки садових культур наразі не на початковому етапі, існує багато теорій та доказів користі такого впливу, тому зовнішня електромагнітна обробка не шкодить рослині, а відкриває великий горизонт можливостей фундаментального впливу на фізіологічні та біохімічні процеси. Така обробка має великі перспективи збільшення врожайності, прискорення вирощування та довготривалого утримання багаторічних рослин.

**АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ ВИМЕНІ КОРОВИ**

Т.О. Дьоміна, аспірантка; М.Л. Лисиченко, д.т.н., професор  
(ДБТУ, м. Харків, Україна, t.dyomina241@gmail.com)

*An overview of the structure of biological tissues and cells of the cow's udder, including at the site of exposure to laser radiation, is given. The processes of scattering, reflection and absorption of light and the mathematical laws that describe them are considered. The multilayer model of the udder and the procedures of the theory of radiation transmission are the basis for modeling the penetration of light into the tissues of bioactive points in order to form the milk ejection reflex.*

В останнє десятиріччя активно використовується лазерне випромінювання для впливу на біологічні об'єкти в біології, медицині, сільському господарстві, ін. При цьому, важливим є питання «доставки» когерентного оптичного випромінювання від лазерного джерела до «мішені» - окремих клітин, молекул або окремих органів.

Так, розроблено і запропоновано спосіб підготовки тварини до доїння в молочному скотарстві завдяки лазерній обробці вимені корови і впливу на біологічно-активні точки (БАТ) вимені з метою стимулювання молока виведення.

Для забезпечення ефективного впливу при цьому важливими є параметри випромінювання які прикладаються зовні на поверхню тканини вимені де розташовані БАТ.

Ефективність лазерного впливу на БАТ вимені корови з метою з метою активізації процесу підготовки тварин до молоковиведення безпосередньо залежить від правильного підбору параметрів впливу, які в свою чергу визначаються обраною методикою, та фізіологічними особливостями біотканини місця впливу. Для забезпечення достовірності інформації про процес впливу лазера на біологічний об'єкт, необхідно контролювати дозу випромінювання яке поглинається клітинами нервових закінчень БАТ.

При цьому потужність випромінювання, що поглинається об'єктом, у свою чергу, може змінюватися зі зміною стану протягом інтервалу опромінення. Кількісна оцінка параметрів впливу при проведенні процедури на живому об'єкті є вкрай складним завданням, оскільки повторити умови проведення процедури практично неможливо. Найбільш доцільним для вирішення таких завдань є математичне моделювання поширення лазера в біотканинах, засноване на вирішенні великої кількості реалізацій стохастичних процесів.

Слід враховувати, що самі біологічні тканини вимені є оптично неоднорідними поглинаючими середовищами із середнім показником заломлення більшим, ніж у повітря, тому на межі розділу біооб'єкт-повітря частина випромінювання відбивається (френелівське відображення), а решта проникає в біотканину. Характер проходження світла через біотканину визначається

морфологічною відмінністю біотканини на місці впливу випромінювання. Світло спочатку стикається з шкірою вимені (*Glandula lactifera, uber, mamma, mastos*), яка покрита волоссям, що може підвищити коефіцієнт відбиття. Далі йде епідерміс (епітеліальний шар) шкіри вимені, структура якого містить шар рогівки (пігментний шар), роговий шар, зернистий шар, шипуватий шар базальний шар. Волокнисті (з'єднувальні) тканини, що містять шари волокон складають 10-400 *нм* і їхня довжина може бути від 10-25 *мкм* до 1-10 *мм*.

Для артерії, що забезпечують кровопостачання вимені (парна срамная і парна пахвова артерія) домінуючими у розсіянні можуть бути волокна, клітини або субклітинні органели. Їх внутрішній шар складається з клітин середнім діаметром менше 10 *мкм*. М'яка тканина вимені складається з щільно упакованих груп клітин та мережі з волокон, через яку просочується міжтканинна (міжклітинна) або інтерстиціальна рідина. Компоненти біотканини у мікроскопічному масштабі не мають чітких меж і вони зливаються в безперервну структуру з показником заломлення, що просторово змінюється.

За рахунок багаторазового розсіювання та поглинання в описаній складній структурі лазерний пучок поширюється і згасає при поширенні в біотканині. Об'ємне розсіювання є причиною поширення значної частки випромінювання у зворотному напрямку (зворотне розсіювання). Основними розсіювачами є клітинні мембрани, ядра та органели, такі як мітохондрії, а також гранули меланіну в клітинах і є дані про те, що розкид розмірів окремих клітинних ядер, складає в нормі 10-12 *мкм*.

Ослаблення колімованого (лазерного) пучка в біотканині відбувається за експоненціальним законом і його інтенсивність при проходженні через тонкий зразок тканини зі значним поглинанням, порівняно з розсіюванням, може бути оцінена на основі закону Бугера-Бера.

В ІЧ- спектрі випромінювання ( $\lambda = 2$  *мкм*) переважає поглинання, тому внесок розсіювання порівняно малий і світло неглибоко проникає в біотканину, всього на один або кілька клітинних шарів. Для короткохвильової видимої глибина проникнення типової біотканини становить 0,5-2,5 *мм*. При цьому має місце як поглинання, так і розсіювання, тому близько 15-40 % падаючого випромінювання відбивається на цих довжинах хвиль. Розсіювання дещо зменшується зі збільшенням довжини хвилі але при поглинання зменшується суттєвіше, так що розсіювання превалує над поглинанням, а, отже, глибина проникнення світла збільшується до 8-10 *мм* в області довжин хвиль 600-1600 *нм*.

Інтенсивність відбитого біотканиною вимені випромінювання (за рахунок зворотного розсіювання) може скласти до 35-70 % від падаючого. За допомогою розробленої математичної моделі розраховані показники значення коефіцієнта відображення (дзеркальний та дифузний компоненти) глибини

проникнення світла для деяких біотканин на окремих довжинах хвиль. Так, шкіра вимені при довжині хвилі  $\lambda = 665 \text{ нм}$  складає 47 %, а при довжині хвилі  $\lambda = 1064 \text{ нм}$  – 46 %, жирова тканина при  $\lambda = 515 \text{ нм}$  – 20 %, при  $\lambda = 665 \text{ нм}$  – 31 %, при  $\lambda = 1064 \text{ нм}$  – 25 %.

Взагалі, через багат шарову та багатокомпонентну структуру шкіри взаємодія оптичного випромінювання з нею виявляється дуже складною. Роговий шар відбиває близько 5-7 % падаючого випромінювання. Колімований пучок випромінювання перетворюється на дифузний через мікроскопічні неоднорідності на кордоні повітря - роговий шар. Більшість відбитого шкірою потоку утворюється за допомогою зворотного розсіювання різними шарами тканини (роговий шар, епідерміс, дерма і мікросудинна система). Значне проникнення видимого та ближнього ІЧ-випромінювання через шкіру всередину організму тварини в області, так званого терапевтичного вікна (600–1600 нм) є основою більшості методів формування рефлексу молоковиведення. Відомо, що молочна залоза являє собою приклад гетерогенно багатокомпонентної тканини, яка в основному, складається з жирової та фіброзної тканин та наповнена відповідними судинами.

Поглинання гемоглобіну крові, жиру та води мають свої нелінійні параметри, так випромінювання з довжиною хвилі між  $\lambda = 700 \text{ нм}$  і  $\lambda = 1100 \text{ нм}$  є широке вікно прозорості тканини, вужчі вікна прозорості з дещо меншим пропусканням знаходяться поблизу довжин хвиль  $\lambda = 1300 \text{ нм}$  і  $\lambda = 1600 \text{ нм}$ .

Оскільки у досліджуваній біотканині світло поширюється з багаторазовим розсіюванням зазвичай припускають рівномірний розподіл поглинаючих та розсіювальних центрів. Сильна анізотропія розсіювання біотканини і його багаторазовий характер призводять до відхилення характеру пропускання світла від закону Бугера-Бера.

Багаторазове розсіювання та поглинання відповідають за розширення лазерного пучка та його ослаблення в міру поширення в тканині, у той час як об'ємне розсіювання є основною причиною виникнення значної дисперсної складової випромінювання у зворотному напрямку. Таким чином, поширення світла в тканині залежить від властивостей її компонентів, що розсіюють і поглинають: клітин, клітинних органел і різноманітних волокнистих структур. Розміри, форма і густини цих структур, їх показник заломлення по відношенню до навколишнього речовини, поляризаційний стан падаючого випромінювання. - все це відіграє важливу роль і повинно бути враховане в процесі реалізації лазерних технологій при обробці біологічних об'єктів.

**ВІРТУАЛЬНА РЕАБІЛІТАЦІЙНА КЛІНІКА ДЛЯ ТВАРИН**

Заруба Б.В., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Науковий керівник – д. т. н. Косуліна Н.Г.

(61052, м. Харків, вул. Різдва, 19, каф. Електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки, тел. (057) 712-42-32

e-mail: tte\_nniekt@ukr.net

*An analysis of physiotherapeutic methods for a virtual rehabilitation clinic for animals was carried out. The examples of current devices that are used in the rehabilitation of animals are presented*

У 1960-х роках реабілітаційні методи, які застосовують у людей, почали активно застосовувати на спортивних конях. З кінця 1980-х років досвід та знання, напрацьовані у фізичній реабілітації людей та коней, почали застосовувати по відношенню до собак. В останні роки почала розвиватися реабілітація кішок, принципи та методи ідентичні підходу до собак, з поправкою на фізичні та поведінкові особливості цього виду тварин.

Досягнення у фізичній реабілітації активно розвиваються.

Так наприклад, ЛАЗЕРНА ТЕРАПІЯ – Апарат лазерної терапії Endolaser 120. Лазерні промені є променями високої спрямованості. Ця властивість дозволяє передавати лазерні промені на великі відстані і фокусувати всю потужність випромінювання на невеликому діаметрі. Під впливом лазерного випромінювання активізується імунна система, прискорюються регенеративно-відновні процеси в кістковій, епітеліальній та нервовій системах, зменшується час лікування запалення.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТЕРАПІЯ – Апарат ультразвукової терапії Sonopuls 490. Апарат Sonopuls 490 призначений для класичної ультразвукової терапії суглобів, сухожилів, внутрішніх органів тваринного та проведення фонофорезу. У комплектацію апарату входять ультразвукові випромінювачі 1 та 5 см<sup>2</sup>.

УДАРНО-ХВИЛЬОВА ТЕРАПІЯ – не вимагає анестезії, зменшує больовий синдром. Апарат Endopuls 811 – портативний апарат ударно-хвильової терапії для лікування широкого спектру захворювань опорно-рухового апарату. Прилад використовує електромагнітний спосіб формування ударного імпульсу, що визначає понад тиху роботу приладу.

УЛЬТРАФІОЛЕТОВА ТЕРАПІЯ – Апарат KN-4006 оснащено спеціальними лампами для формування спектра випромінювання у діапазонах СУФ та КУФ. Апарат дуже ефективний для лікування виразок, пролежнів, а також грибкових, вірусних і бактеріальних захворювань шкіри. Апарат генерує високоінтенсивне бактерицидне випромінювання в середньо-хвильовому діапазоні. Це випромінювання смертельно для грибків, бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів.

МАГНІТОТЕРАПІЯ – Апарат Biomag Lumina Vet – 4-х каналний апарат низькочастотної імпульсної магнітотерапії із запатентованою 3D технологією включення аплікаторів. Апарат Biomag відрізняється найширшим набором приладдя. Від двосекційного та трьох секційного аплікатора для лікування дрібних домашніх тварин (кішки, собаки тощо) до шести секційного для лікування ко-



ней. Загалом у лінійці приладдя 30 випромінювачів для проведення магнітотерапії. При проведенні процедури магнітотерапії дрібним свійським тваринам, вихованець розташовується на аплікаторі (при використанні 2-х секційного випромінювача) або всередині нього (при використанні соленоїдів або 3-х секційного випромінювача).

Окремо варто відзначити наявність локального випромінювача із поляризованим світлом Al-16LUM. У медичній практиці застосовується знеболюючий, протизапальний, регенеруючий та загоювальний ефект світлотерапії.

**ІНФРАЧЕРВОНА ТЕРАПІЯ – INFRARED RADIATOR (IR6)** – потужний сучасний апарат для інфрачервоної терапії з змінним полем випромінювання. Інфрачервона лампа Інфраред Радіатор представлена на мобільному штативі, який регулюється по висоті та куту нахилу випромінювача. Інфрачервоні промені – теплові, невидимі, з довжиною хвилі 400 мкм...760 нм. Проникаючи в тканини на глибину 2...3 см, вони впливають на терморцептори шкіри та викликають на опроміненій ділянці тіла протягом 2...3 хв гіперемію, що супроводжується посиленням кровотоку, тканинного обміну, окисних процесів, тепловіддачі, зменшенням вмісту води у тканинах.

**ГІДРОТЕРАПІЯ** – Ванна гідромасажна для ручного підводного масажу T-UWM призначена для проведення водних процедур дрібним та великим домашнім тваринам. Ванна відрізняється великим об'ємом – 600 літрів. У комплектацію ванни входить шланг для підводного ручного масажу з різними насадками.

Душ Шарко є дуже сильним подразником термічної та механічної дії. Він має велику тонізуючу властивість, посилює загальний обмін речовин і особливо різко стимулює фізіологічні функції шкіри. При поєднанні цих водних процедур з гарним харчуванням тварини швидко видужують у тілі, шкіра їх стає пружно-еластичною, а шерсть блискучою. Душ Шарко застосовується переважно для коней, корів, слонів, верблюдів та інших великих тварин. Душова кафедра Cordoba має 2 водяні пістолети, у кожному з яких є незалежне регулювання тиску води та панель управління, що контролює час процедури та послідовність включення пістолетів. До комплектації душової кафедри Cordoba входить насос підвищення тиску води до 6 бар.

**КОМБІНОВАНА ТЕРАПІЯ** – Апарат комбінованої терапії Combimed 2100. Combimed 2100 – новий портативний модульний фізіотерапевтичний апарат з можливістю оснащення до 4 модулів. На вибір пропонуються такі модулі терапії: Електротерапія, Ультразвукова терапія, магнітотерапія, Лазерна терапія низької інтенсивності, Ендодіатермія.

## ВИСНОВОК

В реабілітації тварин застосовується комплекс підходів від масажів, різноманітних вправ лікувальної фізкультури, гідротерапії до застосування апаратів фізіотерапії. Всі ці речі допомагають тваринам швидко відновитися та почувати себе максимально бадьорим та здоровим.

## ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС MATLAB В ЗАДАЧАХ МОДЕЛЮВАННЯ БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Кантемир В.О. студ., e-mail: [kantemir200505@gmail.com](mailto:kantemir200505@gmail.com)

Сухін В.В., ст. викл, (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The abstracts of the report are devoted to the application of the MATLAB software package in the modeling of biotechnical systems. They consider its functional capabilities, tools, tasks for which it is used in biotechnical systems, and also provide information on the effectiveness of its use.*

Сучасні біотехнічні системи характеризуються високою складністю і багатofакторністю. Для їхнього аналізу та оптимізації необхідні ефективні інструменти математичного моделювання. Одним із найпотужніших засобів для цього є програмний комплекс MATLAB, який дозволяє проводити чисельні розрахунки, аналіз даних і візуалізацію процесів. Використання MATLAB у біотехнічних системах дає змогу значно підвищити ефективність їхнього функціонування та передбачати можливі зміни в реальному часі.

Останні наукові роботи підтверджують ефективність цього комплексу у біотехнічних дослідженнях. Зокрема, його широко використовують для моделювання біофізичних процесів, аналізу сигналів і створення алгоритмів управління біотехнічними об'єктами. Спеціалізовані пакети, такі як Simulink і Control System Toolbox, дозволяють будувати складні моделі та оптимізувати параметри систем у реальному часі. MATLAB використовують для аналізу даних біологічних експериментів, зокрема обробки електрофізіологічних сигналів, аналізу зображень тканин і розповсюдження лікарських засобів в організмі.

Метою цієї роботи є дослідження можливостей MATLAB у задачах моделювання біотехнічних систем та оцінка його ефективності при аналізі та оптимізації параметрів таких систем.

Матрична лабораторія пропонує широкий набір інструментів для роботи з біотехнічними системами. Модулі, що використовуються в таких задачах:

- Simulink – для моделювання динамічних систем і проведення чисельного моделювання.
- Image Processing Toolbox – для обробки медичних і біологічних зображень.
- Signal Processing Toolbox – для аналізу біомедичних сигналів, наприклад, електрокардіограм та електроенцефалограм.
- Machine Learning Toolbox – для розпізнавання патологій і прогнозування процесів на основі статистичних даних.

Використання цих інструментів дозволяє розробляти і тестувати моделі біотехнічних систем у безпечному програмному середовищі, що значно скорочує час і фінансові витрати на проведення реальних експериментів.

MATLAB є потужним інструментом для моделювання біотехнічних систем, що дозволяє аналізувати складні процеси, проводити оптимізацію параметрів і тестувати алгоритми управління. Завдяки широким можливостям, MATLAB залишається одним із найбільш затребуваних програмних комплексів у галузі біотехнічних досліджень.

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТКАНИН І ОРГАНІВ ТВАРИН

Комаричев О. В., студ., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Сухін В. В., ст. викл, e-mail: [vv.suhin@btu.kharkiv.ua](mailto:vv.suhin@btu.kharkiv.ua)

*The abstracts of the report are devoted to the analysis of modern methods of diagnostic imaging of animal tissues and organs. The importance of conducting research into effective diagnostic methods is noted. Imaging methods, their capabilities, clinical indications for use, as well as the introduction of innovative approaches to improve the quality of the diagnostic process are presented.*

Розвиток ветеринарної діагностики вимагає сучасних методів візуалізації тканин і органів тварин. Традиційні методи діагностики, такі як пальпація та лабораторні дослідження, не завжди дають достатньо інформації для точного діагнозу. Тому дослідження технологій візуалізації має велике значення за для раннього виявлення захворювань, що дозволяє не лише зменшити витрати на лікування, а й запобігти поширенню інфекційних захворювань серед тварин.

В останні роки значний розвиток отримали такі методи візуалізації, як ультразвукове дослідження (УЗД), комп'ютерна томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ) та оптична когерентна томографія (ОКТ). УЗД є найбільш поширеним у ветеринарній практиці завдяки доступності та безпечності. КТ забезпечує детальне зображення внутрішніх структур, тоді як МРТ дозволяє отримати зображення м'яких тканин із високою контрастністю. ОКТ використовується для дослідження мікроструктури тканин.

Останні дослідження показують, що використання штучного інтелекту (ШІ) і машинного навчання (МН) у візуалізації підвищує точність діагностики. Зокрема, алгоритми глибокого навчання дозволяють автоматично аналізувати зображення і виявляти патології без участі людини.

Метою цієї роботи є аналіз сучасних методів візуалізації тканин і органів тварин, а також визначення перспектив розвитку цих технологій.

Методи візуалізації відрізняються за принципами дії, роздільною здатністю та впливом на організм тварини:

– УЗД широко застосовується для дослідження внутрішніх органів, зокрема серця, печінки та нирок.

– КТ дозволяє отримати тривимірне зображення органів з високою точністю, що важливо для аналізу пухлин та травм.

– МРТ забезпечує високу контрастність зображення м'яких тканин, що є ключовим у неврологічних та ортопедичних дослідженнях.

– ОКТ ефективно використовується у ветеринарній офтальмології для огляду патологій сітківки та рогівки.

Методи штучного інтелекту дозволяють автоматизувати аналіз зображень, підвищуючи швидкість та точність діагностичного процесу.

Сучасні методи візуалізації є важливим інструментом у ветеринарії. Впровадження інноваційних технологій, дозволяє значно покращити якість діагностики та лікування тварин. Подальші дослідження в цій сфері сприятимуть створенню більш ефективних та доступних методів візуалізації.

**ВІРТУАЛЬНА ВЕТКЛІНІКА**

Крупська О.А., (Державний біотехнологічний університет)

Науковий керівник – д. т. н. Косуліна Н.Г.

(61052, м. Харків, вул. Різдва, 19, каф. Електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки, тел. (057) 712-42-32

e-mail: tte\_nniect@ukr.net

*An analysis of veterinary equipment for a virtual analytical and diagnostic laboratory was carried out. The evolution of veterinary diagnostics is presented: what to acquire in the next 10 years and business plan.*

Сфера ветеринарної діагностики відіграє вирішальну роль у захисті здоров'я наших пухнастих або пернатих, чи лускатих супутників. Прогрес у технологіях і зміна тенденцій у власності домашніх тварин визначають майбутнє ветеринарної діагностики [1, 2]. Традиційно ветеринарна діагностика спиралася на такі методи, як аналізи крові, рентгені та фізичні огляди. Хоча ці методи залишаються цінними, вони можуть бути трудомісткими, інвазійними та вимагати спеціального обладнання

Майбутнє ветеринарної діагностики наповнене захоплюючими можливостями, що підживлюються технологічним прогресом [3]: Сила штучного інтелекту: Штучний інтелект готовий зробити революцію у ветеринарній діагностиці. Алгоритми штучного інтелекту можуть аналізувати складні медичні дані, що сприяє швидшій і точнішій діагностиці. Молекулярна діагностика: прецизійна медицина для домашніх тварин: молекулярна діагностика занурюється глибше, ідентифікуючи конкретні патогени або генетичні маркери захворювань. Телемедицина та дистанційна діагностика: телемедичні консультації стають все більш популярними в охороні здоров'я, і ветеринарна медицина наслідує цей приклад. Розкриття сили генетики: у міру того, як наше розуміння генетики тварин зростає, персоналізовані підходи до медицини, засновані на генетичному складі окремої тварини, можуть стати реальністю.

*Виклики та міркування*

Незважаючи на те, що майбутнє ветеринарної діагностики світле, потрібно вирішити деякі проблеми: Розгляд вартості: передові технології пропонують величезні переваги, але їх початкова вартість може обмежити доступність для деяких власників домашніх тварин. Подолання прогалини в знаннях: нові технології вимагають навчання та навчання ветеринарів, щоб вони могли ефективно використовувати ці інструменти. Безпека даних і конфіденційність: Оскільки ветеринарна діагностика стає все більш керованою даними, забезпечення безпеки та конфіденційності записів про стан здоров'я тварин є першорядним.

*Стандартний список обладнання ветклініки:* рентгенівський апарат, УЗД; апаратура ШВЛ, кардіограф; столи для маніпуляцій, операцій; обладнання для стерилізації; сухожари; лампи; набір ветінструментів; морозилки, системи зберігання медикаментів, перев'язки, дезінфекції; мікроскопи. Сучасне обладнання див. рис. 1.

Для рентабельності розумніше відкривати ветклініку з лабораторією, тобто додатково доведеться вкластися у ветеринарний аналізатор крові. Базовий пакет оснащення оцінюється в +/- 2000000 грн. Якщо ви маєте можливість вийти за цю цифру, додайте до списку обладнання МРТ, КТ, ендоскопи, стоматологічну техніку для тварин, розхідники, кількість та специфіка яких залежать від послуг, що надаються.

ВЕТЕРИНАРНИЙ  
ТОМОГРАФЦИФРОВІ  
РЕНТГЕНІВСЬКІ  
АПАРАТИВЕТЕРИНАРНИЙ  
ГАСТРОСКОПАПАРАТ ШТУЧНОЇ  
ВЕНТИЛЯЦІЇ ЛЕГЕНЬ  
ТН-1

Рис.1. Сучасне ветеринарне обладнання

Відкриття ветеринарного бізнесу – вигідна бізнес-ідея. Ніша користується високим попитом. Але утримання клієнтів набагато важливіше, ніж їх залучення. Купівля готової компанії може бути вигідною лише тоді, коли ви добре знаєте її поточну ситуацію.

**ВИСНОВКИ:** Еволюція ветеринарної діагностики має величезні перспективи для благополуччя наших тварин-компаньйонів. Зручні інструменти, аналіз на базі штучного інтелекту та неінвазивні методи діагностики – це лише проблиск того, що нас чекає попереду. Завдяки цим досягненням раннє виявлення захворювань, персоналізовані плани лікування та покращення загального здоров'я тварин стають реальністю.

**Література.** 1. Косуліна Н. Г., Лебідь Д. А. Інновації в іонізації тваринницьких приміщень // Матер. Міжн. наук.-прак. конф. «Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК» (6 листопада 2024 р.). Секція 4. Біомедична інженерія та електромагнітні технології. – Х.: ДБТУ, 2024. – С. 224 - 225. (Україна)

2. Косуліна Н. Г., Очеретна М. В. Мобільні пристрої для ультрафіолетової дезінфекції // Матер. Міжн. наук.-прак. конф. «Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК» (6 листопада 2024 р.). Секція 4. Біомедична інженерія та електромагнітні технології. – Х.: ДБТУ, 2024. – С. 226 – 227. (Україна)

3. Еволюція ветеринарного обладнання <https://www.linkedin.com/pulse/evolution-veterinary-equipment-medifactories-factories>

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЇ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ОЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ДОМАШНІХ ТВАРИН

Куропятнік С.В. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Науковий керівник – к.т.н., доц. Чорна М. О.

61052, м. Харків, вул. Різдяна, 19, каф. Електромеханіки, робототехніки,

біомедичної інженерії та електротехніки, тел. (057) 712-42-32

e-mail: tte\_nniekt@ukr.net

*An analysis of the prospects for the use of electroretinography for the diagnosis of eye diseases in domestic animals was conducted.*

Визначення причин сліпоти у ветеринарній офтальмології є актуальною проблемою. Численні захворювання центральної та периферичної нервової системи можуть спричинити часткову або повну втрату зору у тварин. Електроретинографія виступає надійним діагностичним методом, який допомагає визначити локалізацію порушень та встановити причини сліпоти у собак і котів. У поєднанні з аналізом зорових викликаних потенціалів (ЗВП) електроретинографія дає змогу глибше дослідити електрофізіологічні процеси, що відбуваються у зоровій системі.

Електроретинограма (ЕРГ) являє собою електричну відповідь сітківки на світловий стимул, що може бути коротким імпульсом або зміною просторової структури освітлення (патернами). Вона використовується для оцінки функціонального стану сітківки, зокрема фоторецепторів, нейрональних (горизонтальних, біполярних, амакринових) і гліальних клітин та їх взаємодії. У структурі електроретинограми виділяють три основні компоненти: а-хвилю, б-хвилю та с-хвилю.

При оцінці ЕРГ особливу увагу приділяють амплітуді та тривалості хвиль. А-хвиля формується внаслідок активності фоторецепторів, б-хвиля відображає реакцію Оп-біполярних клітин (які активуються під впливом світла) та клітин Мюллера у внутрішніх шарах сітківки, а с-хвиля виникає в пігментному епітелії сітківки (ПЕМС), хоча в класичному ЕРГ-аналізі вона не враховується. Залежно від типу електроретинографії с-хвиля може бути позитивною, негативною або зовсім відсутньою.

Висновок. Електрофізіологічна діагностика залишається одним із найінформативніших методів оцінки функціонального стану сітківки та зорового аналізатора. Проте електроретинографія потребує подальшого вдосконалення, зокрема спрощення методики та адаптації до сучасних технологій. Інтеграція відкритих баз даних і застосування штучного інтелекту можуть значно підвищити точність диференційованого аналізу навіть найменших анатомічних і функціональних змін.

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕМП НВЧ ДІАПАЗОНУ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ РІПАКА

Лавренко Д.С., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Науковий керівник – к.т.н., доц. Чорна М.О.

*An analysis of the prospects for the use of electromagnetic radiation for pre-sowing treatment of rapeseed was conducted.*

На сьогоднішній день Україна стоїть перед необхідністю впровадження альтернативної енергетики і впровадження екологічних технологій. Це пов'язано з тим, що власний видобуток нафти в нашій країні забезпечує її потреби лише на 8-10%. Інше – імпорт і, як наслідок, залежність від країн, що її видобувають.

Перспективи використання поновлюваних джерел енергії пов'язані з їх екологічною чистотою, низькою вартістю експлуатації і майбутнім паливним дефіцитом в традиційній енергетиці.

Найбільш вигідною рослиною для виробництва біодизелю в Україні вважається ріпак. Окрім видобутку палива в нього є ще багато переваг перед іншими сільськогосподарськими культурами. Ця культура забезпечує найвищу продуктивність 1 га посівів і продуктивність праці під час збирання комбайном.

На сьогоднішній день для передпосівної обробки насіння широко застосовують хімічну обробку. Це потребує значних матеріальних затрат, є екологічно небезпечним, а також негативно впливати на здоров'я людей і тварин.

Найбільш перспективним в рішенні поставленої задачі, є дія на насіння ЕМП КВЧ діапазону. Високочастотний нагрів насіння дає кращі показники знезараження насіння, ніж термічні, хімічні, механічні та інші способи. Застосування ЕМП для передпосівної обробки насіння знижує матеріальні і енергетичні витрати, підвищує продуктивність рослин, дає можливість отримувати екологічно чисту продукцію.

Позитивна дія ЕМП як стимулятора життєздатності насіння є одночасно згубною дією на збудників захворювань насіння і рослин. Це засновано на різній чутливості рослин і супутніх їм мікроорганізмів до цих видів випромінювань. Ефект взаємодії ЕМП з біологічною середовищем залежить від поглиненої за певний час енергії поля, тобто від дози опромінення.

В рослинах, сформованих з насіння, опромінених у стимулюючих дозах, відбуваються зміни морфологічних і біохімічних показників. Пов'язана з цим інтенсифікація обмінних процесів на ранніх етапах онтогенезу сприяє збільшенню накопичення фітомаси, підвищенню продуктивності фотосинтезу, зміни водного режиму і співвідношенню маси надземних і підземних органів. В результаті в зерні рослин накопичується більше протеїну, змінюється його якісний склад, підвищується врожайність рослин, підвищується олійність. Схожість насіння підвищується на 5...10%, ураження хворобами знижується на 20...30, врожайність підвищується на 15...20%.

## БІОІНЖЕНЕРІЯ ТКАНИН ТА ОРГАНІВ: СТВОРЕННЯ ШТУЧНИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ТРАНСПЛАНТАЦІЇ

Мальцев К.В., бакалавр

Науковий керівник – к.т.н., доцент Чорна М.О.

Державний біотехнологічний університет

(61052, м. Харків, вул. Різдва, 19, каф. Електромеханіки, робототехніки,

біомедичної інженерії та електротехніки, тел. (096) 274-95-12

e-mail: [kirill\\_malsev@meta.ua](mailto:kirill_malsev@meta.ua)

*Analysis of advanced technologies for creating artificial organs intended for transplantation.*

Дефіцит донорських органів є однією з найгостріших проблем сучасної трансплантології. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку у світі виконується близько 130 000 трансплантацій органів, але це лише мала частка від реальної потреби. Наприклад, у США понад 100 000 людей чекають на трансплантацію нирки, і багато з них помирають, так і не дочекавшись донорського органу. Біоінженерія тканин та органів відкриває нові перспективи, пропонуючи створення штучних органів, які можуть замінити донорські та врятувати життя тисячам пацієнтів.

Для створення штучних органів використовуються клітинні технології, зокрема індуковані плюрипотентні стовбурові клітини (iPSCs), які отримують із клітин самого пацієнта. Завдяки цьому штучні органи є генетично сумісними з реципієнтом, що суттєво знижує ризик відторгнення. Стовбурові клітини диференціюють у спеціалізовані клітини, такі як нефрони для нирок чи гепатоцити для печінки, які необхідні для створення функціональних тканин та органів.

Важливу роль у процесі відіграють біоматеріали, з яких створюють біо-сумісні каркаси (скефолди). Ці каркаси імітують природну архітектуру органу і слугують основою для росту клітин. Їх виготовляють із натуральних матеріалів, наприклад колагену, або синтетичних полімерів і гідрогелів, які забезпечують оптимальні умови для розвитку тканин і підтримують життєдіяльність клітин.

Ключовою технологією у створенні штучних органів є 3D-біодрук. Він дозволяє точно розміщувати клітини та біоматеріали у тривимірному просторі, формуючи складні структури, які максимально наближені до природних органів. У процесі біодруку застосовуються спеціальні біочорнила — суміші живих клітин і компонентів, що формують тканини.

Щоб штучний орган міг повноцінно функціонувати, необхідно вирішити проблему васкуляризації — створення судинної мережі для забезпечення кровопостачання. Цього досягають шляхом біодруку судин або стимуляції ангиогенезу, тобто росту нових судин, за допомогою ендотеліальних клітин. Ці клітини формують капіляри та більші кровоносні судини всередині органу, забезпечуючи його життєздатність.

Перш ніж штучні органи почнуть використовувати в клінічній практиці, вони проходять ретельні дослідження. Доклінічні випробування на тваринах допомагають оцінити безпеку та ефективність технології. Успішні результати цих тестів відкривають двері до клінічних випробувань на людях, які підтвер-



джують придатність методу для широкого застосування.

Цей підхід має численні переваги. По-перше, він усуває дефіцит донорських органів, адже штучні органи можна створювати у потрібній кількості. По-друге, персоналізація, заснована на використанні клітин самого пацієнта, виключає потребу в імуносупресивних препаратах і знижує ризик відторгнення. По-третє, час очікування трансплантації скорочується, що є критично важливим для порятунку життя. Нарешті, індивідуально адаптовані органи підвищують успішність операцій і покращують якість життя пацієнтів.

**Висновок.** Проблема дефіциту донорських органів залишається гострою. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку у світі виконується лише близько 130 000 трансплантацій, що є лише малою часткою від реальної потреби. Біоінженерія тканин та органів пропонує революційне рішення цієї кризи. Завдяки поєднанню клітинних технологій, біоматеріалів, 3D-біодруку та методів васкуляризації цей підхід може не лише усунути нестачу донорських органів, але й зробити трансплантацію більш доступною, безпечною та ефективною. Хоча технологія ще потребує вдосконалення та додаткових клінічних випробувань, її потенціал для трансформації медицини величезний. У майбутньому вона може врятувати життя тисячам людей щороку, кардинально змінивши підхід до трансплантології.

### Список використаної літератури

1. Atala, A. (2019). *Regenerative Medicine and Tissue Engineering*. Academic Press.
2. Murphy, S. V., & Atala, A. (2014). "3D bioprinting of tissues and organs." *Nature Biotechnology*, 32(8), 773-785.
3. Zhang, Y. S., & Khademhosseini, A. (2017). "Advances in engineering hydrogels." *Science*, 356(6337), eaaf3627.
4. Mertz, D. R., & Bracaglia, L. G. (2020). "Biomaterials for 3D Bioprinting: Current and Future Trends." *Advanced Healthcare Materials*, 9(15), 2000203.
5. Mironov, V., Boland, T., Trusk, T., Forgacs, G., & Markwald, R. R. (2003). "Organ printing: computer-aided jet-based 3D tissue engineering." *Trends in Biotechnology*, 21(4), 157-161.
6. Дьяченко, Н. С., & Кравченко, В. П. (2021). *Основи біоінженерії та регенеративної медицини*. Київ: Наукова думка.
7. Гельфанд, Б. Р., & Лебедева, Т. В. (2018). "Сучасні підходи до створення штучних органів: біоінженерні аспекти." *Український журнал медицини, біології та спорту*, 23(2), 45-59.

## ОГЛЯД МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТІЛА ЛЮДИНИ

Налбатов С.А., бакалаврант

Науковий керівник – ст. викладач Сухін В. В.

Державний біотехнологічний університет

61052, м. Харків, вул. Різдяна, 19, каф. Електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки, тел. (057) 712-42-32

E-mail: vv.suhin@btu.kharkiv.ua

*The publication is dedicated to conducting a comprehensive analytical review of medical devices for measuring human body temperature.*

З плином часу, різновид приладів, що призначені для вимірювання температури тіла людини збільшується. Це означає, що змінюються будова, принцип дії, функціональні можливості та технічні характеристики даних вимірюючих засобів. В зв'язку із цим, постає проблема в наявності загального аналітичного огляду по даним виробам, який би забезпечував інформування користувачів про їх наявні особливості.

Проведений пошук по сучасним вітчизняним та закордонним літературним джерелам, вказує на відсутність вичерпних оглядових публікацій в напрямку технічних засобів вимірювання температури тіла людини.

До засобів вимірювання температури тіла людини відносять: ртутні, електронні, інфрачервоні термометри.

Ртутний термометр має таку будову: скляна трубка, резервуар з ртуттю та температурна шкала. Принцип дії ртутного термометра полягає в розширенні ртуті під дією тепла в результаті чого, через 7-10 хв шкала відображає реальне значення температури тіла. Технічні характеристики: Границі вимірювання 32-42 °С; Ціна поділки шкали 0,1 °С; Довжина термометра 125 мм.

Електронний термометр має таку будову: елемент живлення, дисплей, мікроконтролер та термістор. Принцип його дії заснований на зміні величини опору термістора в залежності від зміни температури тіла. При виконанні вимірювання на термістор подається напруга, мікроконтролер вимірює величину струму в колі і виконавши обробку, відображає покази температури на дисплей. Технічні характеристики: Діапазон вимірювання температури тіла від 32-43 °С; Точність вимірювання 0,1 °С; Час вимірювання температури 60 с.

Інфрачервоний термометр складається із: батарейного відділення, кнопки ввімкнення/сканування, інфрачервоного об'єктиву та LCD. Принцип його дії такий. Термометр підноситься до тіла, одразу вмикається датчик випромінювання, вимірювання відбувається миттєво за рахунок виявленого інфрачервоного випромінювання, що генерується артеріальним кровотоком. Технічні характеристики: температура навколишнього середовища від 10-40 °С; Відносна вологість повітря  $\leq 85\%$ ; Точність вимірювання  $\pm 0,3$  °С; Відстань вимірювання 3-5 см; Діапазон вимірювання температури тіла від 32-43 °С.

**Висновки.** В результаті виконаного дослідження проведений аналіз медичних приладів для вимірювання температури тіла людини, визначені особливості будови, принципу дії та їх технічних характеристик.

**ДОСЛІДЖЕННЯ БІОІМПЕДАНСУ У СЕРЕДОВИЩІ MATLAB**

Петкогло Д.Ю. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Науковий керівник – к.т.н., доц. Чорна М.О.

61052, м. Харків, вул. Різдва, 19, каф. Електромеханіки, робототехніки,  
біомедичної інженерії та електротехніки, тел. (057) 712-42-32

e-mail: tte\_nniect@ukr.net

*A study of bioimpedance in the MATLAB environment was carried out, and the possibility of using this method was analyzed.*

Клінічні дослідження підтверджують можливість оперативного отримання інформації про функціональний стан пацієнта шляхом аналізу імпедансних характеристик різних ділянок тіла. Така інформація сприяє вдосконаленню процесів планування та контролю реабілітації, вибору медикаментозної терапії, оцінці ефективності лікування та прогнозуванню можливих ускладнень у перебігу захворювання.

Під час клінічних досліджень зазвичай аналізуються відносні параметри, зокрема різниця імпедансних показників між симетричними ділянками тіла, здоровими ділянками шкіри та зонами з патологічними змінами. Це пояснюється варіабельністю результатів біоімпедансних вимірювань, що спостерігається при їх проведенні на різних частинах тіла.

Для моделювання біоімпедансних характеристик організму була створена відповідна модель, яка дозволяє оцінювати функціональний стан досліджуваного об'єкта, а також використовувати віртуальні інструменти для вимірювання фізіологічних і фізичних параметрів. Реалізація цієї моделі базується як на математичних, так і на фізичних принципах моделювання. У контексті віртуального моделювання фізична модель розглядається як цифровий аналог реального об'єкта, інтегрований у бібліотеку середовища MATLAB.

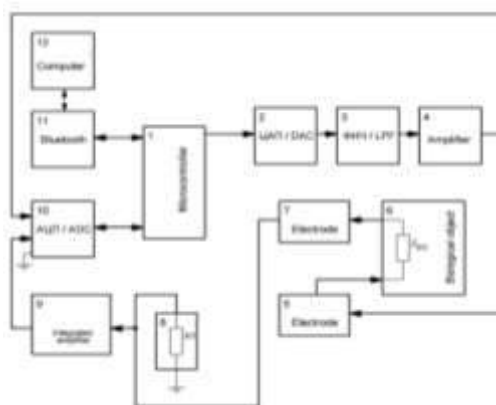


Рисунок 1 – Блок-схема пристрою для аналізу біоімпедансу

Отримані результати дозволяють створювати віртуальні моделі біологічних тканин різного рівня складності, включаючи електродні системи, а також моделювати гемодинаміку людини за допомогою стандартного пакета Simulink. Параметри цих моделей відображають як якісні, так і кількісні характеристики біоімпедансу, що розширює можливості дослідження математичних моделей живих систем, а також автоматизованого проектування медичних приладів для діагностичних досліджень.

## ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ МЕТОДУ ПУЛЬСОКСИМЕТРІЇ

Попов Ю.П., бакалаврант

Науковий керівник – ст. викладач Сухін В. В.

Державний біотехнологічний університет

61052, м. Харків, вул. Різдва, 19, каф. Електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки, тел. (057) 712-42-32

E-mail: [vv.suhin@btu.kharkiv.ua](mailto:vv.suhin@btu.kharkiv.ua); [clear.lesha@gmail.com](mailto:clear.lesha@gmail.com)

*The publication is devoted to the analysis of the advantages and disadvantages of the pulse oximetry method of instrumental diagnostics of blood oxygen saturation.*

Для вимірювання насиченості киснем крові застосовують спектрофотометричний та пульсоксиметричний методи. З них найбільш широкого використання через неінвазивність та зручність набув пульсоксиметричний метод. Даний метод має чималий літературний опис. Однак у зв'язку з постійним приладним розвитком потребує аналітичних оглядів за для відображення нових особливостей.

Пульсоксиметрія – це метод інструментальної діагностики, що дозволяє оцінити ступінь насичення (сатурації) гемоглобіну капілярної крові киснем. В основу роботи пульсоксиметрів покладено два фізичні явища. По-перше, поглинання гемоглобіном світла двох різних за довжиною хвиль змінюється залежно від насичення його киснем, і по-друге, світловий сигнал проходячи через тканини стає пульсуючим, через зміну обсягу артеріального русла при кожному скороченні серця. Цей компонент може бути відділений мікропроцесором від не пульсуючого світлового сигналу, що йде від вен, капілярів та тканин. Основними перевагами даного методу є: 1) не потрібне калібрування, короткий час стабілізації після прикріплення датчика; 2) датчик не нагрівається, ризик опіку шкіри відсутній; 3) безперервний моніторинг оксигенації тканин, негайне виявлення гіпоксемії; 4) висока ступінь надійності. До основних недоліків методу можна віднести: 1) не дозволяє діагностувати гіпероксію та гіперкапінію; 2) при вираженій централізації кровообігу та некомпенсованому метаболічному ацидозі відзначається неточність отриманих результатів або навіть неможливість моніторингу; 3) наявність артефактів при рухах; 4) на точність вимірювань впливає прогрівання інфрачервоними променями, яскраве світло та фототерапія. І все ж оксиметрія є дуже корисним видом моніторингу кардіореспіраторної системи, що підвищує безпеку пацієнта та дає інформацію про стан людини в кожний момент часу.

**Висновки.** В результаті виконаного дослідження розглянуто визначення поняття пульсоксиметрії, принцип роботи а також встановлені переваги та недоліки зазначеного методу.

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЇ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Черняк Ю.Д. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Науковий керівник – к.т.н., доц. Ляшенко Г.А.

61052, м. Харків, вул. Різдва, 19, каф. Електромеханіки, робототехніки,  
біомедичної інженерії та електротехніки, тел. (057) 712-42-32

e-mail: tte\_nniekt@ukr.net

*The effect of electrical stimulation on tissues and cells is analysed. The issues of creating engineered tissue structures for use in regenerative medicine are considered.*

Впливом напруги на біологічні тканини можна змінювати їхній імпеданс. Це використовується під час діагностики та лікування різних захворювань. Математичні моделі, що описують фізичні та біологічні процеси в біологічних об'єктах, базуються на електричних схемах заміщення. Імпеданс біологічної тканини змінюється в перехідному процесі іонізації під дією постійної напруги.

Відомі схеми заміщення мають деякі недоліки при застосуванні під час дослідження перехідних процесів іонізації в тканині під дією напруги постійного струму. Використовується схема заміщення із введенням додаткового опору. Під час інвазивного вимірювання зміни імпедансу голчастими електродами активна складова пропорційна відстані між електродами, тоді як ємнісна складова залишається незмінною.

Постійна часу іонізації є критеріальним параметром і може бути використана в діагностиці розвитку ішемічної хвороби м'язової тканини, зміни стану біологічної тканини під час зупинки кровотоку під час накладання джгута.

Електростимуляція має широкий спектр прямого впливу як на біомолекули, так і на клітини. Ці ефекти використовуються для сприяння проліферації та функціональному розвитку інженерних тканинних конструкцій для застосування в регенеративній медицині. Електростимуляція використовується в клініках для зменшення болю, реабілітації м'язів, лікування рухових розладів і загоєння ран.

Для поліпшення клінічної корисності електростимуляції передбачають оптимізацію та стандартизацію самої стимуляції, а також розробку більшої кількості відповідних пристроїв.

Електростимуляція має великий терапевтичний потенціал завдяки своїй здатності неінвазивно та нефармакологічно впливати на клітинну активність і транспорт біомолекул. Подальші дослідження фундаментального механізму клітинної відповіді на електростимуляцію допоможуть оптимізувати умови електростимуляції для різних застосувань.

Розробляються нові пристрої електростимуляції, які відповідатимуть властивостям біологічних тканин, щоб мінімізувати пошкодження тканин. Можуть бути додані додаткові функції, такі як бездротове передавання енергії та попередньо запрограмована електростимулювальна терапія.

## ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ВИСОКОЇ ЧАСТОТИ ДЛЯ СУШКИ ДЕРЕВИНИ

Штифура В.В., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Науковий керівник – д. т. н. Косуліна Н.Г.

(61052, м. Харків, вул. Різдва, 19, каф. Електромеханіки, робототехніки,  
біомедичної інженерії та електротехніки, тел. (057) 712-42-32  
e-mail: tte\_nniekt@ukr.net

*A study of wood drying in a high-frequency electromagnetic field was conducted and the advantages of this method were presented*

Сушіння деревини – це видалення з неї вологи шляхом випаровування та один із найвідповідальніших технологічних етапів виробництва бруса. Саме якість просушування лежить в основі таких важливих характеристик деревини як міцність і збереження дерева, а також стабільність дерев'яного матеріалу, його несхильність до різних деформацій та розтріскування.

Більш того, завдяки термічній дії під час сушіння на дереві відразу знищуються різні грибки та шкідливі мікроорганізми, таким чином, коли брус висушується, він разом і антисептується. Від високої вологості деревина набухає, а від нестачі вологи усухає. Різкий перепад температурно-вологісного режиму взагалі призводить до плачевних наслідків у вигляді тріщини та деформацій на деревині. Тому дуже важливо контролювати вологість матеріалу на всіх технологічних етапах виробництва дерев'яних виробів та їх експлуатації.

Сушіння деревини проводиться для того, щоб стабілізувати дерево і перетворити його з природної сировини на промисловий або будівельний матеріал зі значно покращеними біологічними та фізико-механічними характеристиками. Вологість деревини біомаси – це кількісна характеристика, яка показує вміст в біомасі вологи. Розрізняють абсолютну та відносну вологість біомаси. Абсолютна вологість – це відношення маси вологи до маси сухої деревини:  $W_a = (m - m_0) / m_0$ . Відносна або робоча вологість це відношення маси вологи до маси вологої деревини:  $W_p = (m - m_0) / m$  [1]. Вільна вологість знаходиться в порожнинних клітин та міжклітинному просторі, легко видалається при сушці. Зв'язана вологість знаходиться усередині стінок клітин, важко видалається. В таблиці 1 представлено робоча вологість різних порід дерев та їх частин.

Таблиця 1 – Робоча вологість різних порід дерев та їх частин

Частина деревини	Робоча вологість, %	
	Сосна	Ялинка
Стовбур	45 – 50	40 – 60
Гілка	50 – 56	42 – 60
Верхівка	60	60
Кора	36 – 67	3 – 863

Контроль рівня вологості проводять переносними вологомірами або системою голок-датчиків (рис. 1), що розташовуються рівномірно на дерев'яних заготовках в обсязі штабеля пиломатеріалів, що осушується.



Рисунок 1 – Переносний вологомір

Кабелі від голок-датчиків передають сигнали на блок комутації та контролю рівня вологості. Існують різноманітні способи сушіння деревини, які відрізняються різними принципами роботи та впливу на матеріал: атмосферне, камерне, контактне, сушіння в полі високочастотних струмів, індукційне, ротаційне, радіаційне, сушіння в камерах ПАП.

Для промислової обробки за допомогою високочастотного ( $Hf$ ) електричного струму можна розрізнити два різні діапазони частот: радіочастоти ( $Rf$ ) нижче 100 МГц, з використанням відкритих дротяних ланцюгів, і мікрохвилі на частотах вище 500 МГц, з використанням хвилеводів для передачі енергії до матеріалу, що міститься у них. Термін діелектричне нагрівання стосується обох діапазонів, і вплив на матеріали, наприклад поляризація та провідність, подібний. Для промислової обробки міжнародна угода визначила частоти в таблиці 2, які пов'язані з довжинами хвиль у вільному просторі [1].

Таблиця 2 – Частоти для промислової обробки

Діапазон частоти для промисловості	Frequency	Wave length
	MHz	m
Radio frequencies	13.56	22.11
	27.12	11.05
	40.68	7.37
Microwaves	915	0.328
	2450	0.122
	5800	0.052

Переваги сушіння деревини в полі високої частоти можна виділити наступні: можна сушку застосовувати як для свіжепилої деревини, так і для матеріалу зі збитком вологості; є можливість регулювання ступеню просушки; сам процес сушки прискорюється до 30...40 разів; добре закладені деревини можна швидко нагрівати та, за допомогою  $Rf$ -потужності досить рівномірно по всій купі; коли досягається рівномірне нагрівання, напруги при висиханні невеликі або взагалі відсутні, так що гальмування майже не виникає; мікрохвилі дозволяють вищу щільність енергії, однак, на більш обмеженій глибині, надто високе споживання енергії може спричинити порушення розширення пара; вологі місця можна переважно нагрівати в процесі повторного сушіння, таким чином вирівнюючи вміст вологи; при сушінні у вакуумі більшість висушених пиломатеріалів зберігає природний світлий колір; потрібний час сушіння становить лише частину часу, необхідного для звичайних методів, однак під час сушіння зелені з пилу дерева остаточну рівновагу вологості досягають не завжди.

Література. 1. Сушіння деревини: способи, переваги, основні етапи  
Детальніше: <https://baykal.com.ua/ua/n331695-sushka-drevesiny-sposoby.html>

## СЕКЦІЯ 11. ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ АПВ

### ВТРАТИ УКРАЇНСЬКОГО АПК ПІД ЧАС ВІЙНИ

Алефіренко А.А., здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),  
Антощенко В.В. д.е.н., доц. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses analyze the losses of the Ukrainian agro-industrial complex during the war, which is critically important for the economy.*

Аграрний сектор є критично важливим для економіки України, забезпечуючи продовольчу безпеку та значну частку експорту. Попри високу стійкість та адаптацію до умов війни, галузь і далі стикається з внутрішніми й зовнішніми викликами, що вимагають зважених рішень, ефективної державної політики. Повномасштабне вторгнення російських загарбників в Україну триває вже 3 роки. За період від 22 лютого 2022 року й до сьогодні втрачено 1261 аграрних підприємств. І загалом аграрний сектор є одним з найбільш постраждалих від війни, збитки якому в 2024 склали понад \$80 млрд.

Найбільше підприємств у цей час закрилося в Одеській, Запорізькій та Київській областях. Збитки – грошова вартість матеріальних активів, які були знищені, вкрадені або частково пошкоджені (але все ще придатні для ремонту або відновлення) через воєнні дії та окупацію. Найбільше постраждала сільськогосподарська техніка, особливо трактори, з яких понад 18 тисяч було знищено. Значні збитки завдано зерносховищам, із загальною втратою потужностей на 19,5% (без урахування недоступних через окупацію). Окрім цього, втрачена продукція на окупованих територіях, а також знищені запаси добрив, пального та ЗЗР. Постраждало тваринництво, зокрема через загибель і вимушений забій тварин: втрачено 238 тис. голів ВРХ, 544 тис. голів свиней, 131 тис. голів овець і кіз, а також майже 13 млн голів птиці. Аквакультура та рибальство також зазнали збитків через руйнування Каховської дамби. Непрямі втрати – це різниця між фактичними доходами та доходами, які сільгоспвиробники отримали б, якби не вторгнення РФ в Україну. Непрямі втрати відчувають фермери по всій країні, а не лише в районах, постраждалих від бойових дій. Втрати у 2022–2023 роках сумарно оцінюються у 48,6 млн т для зернових та 8,7 млн тонн для соняшнику.

Зменшення поголів'я худоби та зниження продуктивності істотно вплинули на виробництво у тваринництві. Найбільших втрат зазнало виробництво молока – непрямі втрати впродовж трьох років оцінюються у \$2,9 млрд із загальних \$5,6 млрд. Перебої в експорті через військово-морську блокаду РФ ускладнили логістику, зменшивши попит на продукцію та підвищивши витрати. Хоча морський коридор підвищив експортний потенціал, різниця між внутрішніми та світовими цінами залишається більшою, ніж до вторгнення.

**Список використаних джерел:** 1. Як агробізнес трансформується в умовах війни. URL: <https://agribusinessinukraine.com/>

2. Онегіна В.М. Антощенко В.В. Спільна аграрна політика та конкурентоспроможність сільського господарства ЄС. Аграрна політика Європейського Союзу: виклики і перспективи: монографія / За ред. Т. Зінчук. К.: Центр навчальної літератури, 2019. С. 152-162.



## ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ

Глянь Т.І., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії\*,

Антощенкова В.В. д.е.н., доц. (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses discuss the principles of sustainable development and priority areas for the functioning of agricultural enterprises under martial law.*

Стале сільське господарство – це підхід до землеробства, спрямований на досягнення балансу між виробництвом продовольства, захистом навколишнього середовища та соціальним добробутом. Для українських аграріїв впровадження сталих практик є ключовим для збереження чорноземів, адаптації до кліматичних змін та підтримки експортного потенціалу до країн ЄС. До проблем впровадження сталого сільського господарства в Україні варто віднести:

*Деградацію земельних ресурсів.* Монокультурне землеробство, важка техніка та порушення сівозміни спричиняють виснаження ґрунтів, зниження родючості та втрату біорізноманіття. В Україні частка розораності становить 54%, тоді як середній показник у європейських країнах – 30-35%.

*Забруднення довкілля.* Нераціональне використання пестицидів і добрив призводить до забруднення підземних і поверхневих вод нітратами. Це створює загрозу здоров'ю населення, особливо сільських громад, та може спричинити проблеми з доступом до безпечної питної води. Варто зауважити, що до 60% азоту, внесеного як добриво, потрапляє в навколишнє середовище, а 40% полів надмірно удобрені.

*Відсутність інфраструктури для поводження з відходами сільського господарства.* Відходи рослинництва здебільшого спалюють, а тваринні рештки викидають або зберігають на неналежних ділянках. Це призводить до деградації ґрунтів, забруднення водойм і повітря. За умов дефіциту мінеральних добрив органічні добрива з агровідходів могли б стати ефективною альтернативою.

*Кліматичні виклики.* В умовах зміни клімату сільське господарство потребує двох паралельних трансформацій: по-перше, зменшення власного внеску у зміну клімату шляхом підвищення енергоефективності та скорочення викидів парникових газів, по-друге, адаптації до нових кліматичних умов для забезпечення стабільного виробництва продуктів харчування. Варто зауважити, що частка викидів парникових газів, спричинених сільським господарством України у 2023 р. становила 14%.

### **Список використаних джерел:**

1. Антощенкова В. В., Глянь Т.І. Історичний аспект сталого розвитку в умовах глобалізації. Економічний аналіз. 2024. Том 34. № 1. С. 291-298.

2. Як агробізнес трансформується в умовах війни. URL: <https://agribusinessinukraine.com/>

3. Глянь Т.І. Чинники трансформації аграрного сектору України. Технічний прогрес в АПВ: матеріали XIX міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2024 року / ДБТУ. Харків, 2024. С.446-448.

**ЕКОЦИД, ВПЛИВ ВІЙНИ НА СТАН АГРАРНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ**

Дейнега М.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,  
Антощенко В.В. д.е.н., доц., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses substantiate the impact of the war on the state of the agricultural sector of Ukraine, which leads to significant and irreversible changes in ecosystems, and also has devastating consequences for the health of people, animals, and plants.*

У боротьбі з глобальним потеплінням клімату світ програє, доки тривають такі війни як в Україні. Неважливо скільки літаків припинять злітати на вимогу еко-активістів, скільки атомних електростанцій зупинять роботу і скільки протестувальників блокуватимуть дороги, закликаючи виробництва до зменшення парникових викидів. Навіть разом все це марно, доки російська агресія проти України не зупинена. А після того як вона буде зупинена, нам доведеться багато працювати. Адже загальна кількість викидів, спричинених війною станом на 2024 рік склала 180 млн тонн CO<sub>2</sub>-еквіваленту. Для порівняння, це більше, ніж річні викиди таких країн, як Австрія (73,4 млн тонн), Норвегія (72,1 млн тонн) та Румунія (102,7 млн тонн). Шкода докілью України від війни оцінюється орієнтовно у понад 2,6 трильйони гривень. Серед них 1 трлн грн – від забруднення ґрунтів, 773 млрд грн – забруднення атмосферного повітря продуктами горіння, 84 млрд грн – забруднення вод, 628 млрд грн – це збитки природно-заповідному фонду.

Наприклад, на супутникових знімках Ізюмського району Харківської області на ділянці 1 км<sup>2</sup> знайшли 480 вирв від снарядів калібру 82 мм, 547 вирв від снарядів 120 мм і 1025 – калібру 152 мм. Вибухами на тій ділянці фронту вивернуто близько 90 000 тонн ґрунту. 250-кілограмова авіабомба, детонуючи, може залишити по собі вирву діаметром до 8 метрів і глибиною до 4 метрів і вивертає близько 375 м<sup>3</sup> ґрунту. Величезні воронки, риття окопів та траншей, будівництво фортифікаційних споруд, рух важкої техніки – все це призводить до жахливих змін ландшафту. Внаслідок цього відбувається деградація рослинного покриву, посилення вітрової та водної ерозії. З аналогічними проблемами зіткнулися в Бельгії та Франції сто років тому. В Європі досі існують проблеми з ґрунтами після Першої світової війни, адже швидкість відновлення ґрунту становить приблизно 0,06 мм/рік.

Нанесення непоправних збитків Україні шляхом знищення флори, фауни і природних ресурсів – є однією з цілей росіян і цьому є назва – екоцид. І за різними підрахунками Україні знадобиться близько 100 років, щоб повністю відновити забруднені ґрунти. Адже кількість боеприпасів, задіяних росіянами для обстрілів в Україні є безпрецедентною за останні 30 років. Окремо від насичення ґрунтів у зоні бойових дій важкими металами, слід зазначити, що ризик роботи на розмінованих полях попри розмінування залишається. Не всі вибухонебезпечні предмети можна відразу виявити і потім їх випадково виорюють трактористи, збирають комбайнери. І на жаль не всі мають велику вдачу вижити після такого зіткнення. Загалом з початку повномасштабної війни на мінах підірвалось 128 українських аграріїв.

**КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ПІД ЧАС ВІЙНИ**

Денисенко А.А., здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),  
Антощенкова В.В. д.е.н., доц., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses substantiate the role of corporate social responsibility as a means that made it possible to overcome the numerous challenges caused by the war.*

Для багатьох підприємств України саме корпоративна соціальна відповідальність (КСВ) стала засобом, що дав змогу подолати численні виклики, зумовлені війною. Зокрема, частина українського бізнесу у відповідь на воєнні загрози не лише продовжила роботу, дбаючи про своїх працівників, але й надавала допомогу місцевим громадам, армії, територіальній обороні та внутрішньо переміщеним особам. Протягом війни в Україні встигли сформуватися одразу декілька особливостей, які відрізняють КСВ у нашій країні від інших. Така трансформація відбувається у двох напрямках – зовнішньому та внутрішньому. За зовнішнім напрямом бізнес докладає потужних зусиль у сприянні забезпеченню Збройних Сил, допомозі ВПО, українцям, які опинились у складних життєвих обставинах (зокрема тим, хто зазнав шкоди, завданої бойовими діями, ворожими терористичними актами, тимчасовою окупацією). Внутрішня КСВ не менш значуща для бізнесу, ніж зовнішня, і пов'язана з репутацією компанії. Якщо раніше КСВ переважно була пов'язана з потребою залучення персоналу вищої кваліфікації і створення умов для якнайповнішого розкриття його потенціалу, то з розгортанням повномасштабної війни корпоративна соціальна відповідальність стала загальноприйнятою цінністю та політикою компаній, яка стосується всіх співробітників.

Корпоративна соціальна відповідальність – це вид саморегулювання бізнесу з метою соціальної відповідальності та позитивного впливу на суспільство задля досягнення спільних та першочергових цілей. Деякі способи, за допомогою яких компанія може прийняти КСВ, включають екологічність та екологічну свідомість; сприяння рівності, різноманітності та інклюзії на робочому місці; шанобливе ставлення до працівників; віддача громаді та державі; а також забезпечення етичних бізнес-рішень. КСВ розвинулась з добровільного вибору окремих компаній до обов'язкових нормативних актів на регіональному, національному та міжнародному рівнях. Однак багато компаній вирішують вийти за рамки законодавчих вимог і впровадити ідею «національні інтереси» у свої бізнес-моделі. Немає єдиного способу впровадження КСВ у компанії, але одне можна сказати напевно: щоб її сприймали як справжню, практика компанії має бути інтегрована в її культуру та бізнес-операції. У сучасному соціально свідомому середовищі працівники та клієнти надають перевагу соціально відповідальним підприємствам.

Щоб забезпечити автентичність КСВ, компанія повинна розглянути свої цінності, бізнес-місію та основні проблеми та визначити, які ініціативи найкраще відповідають цілям і культурі бізнесу. Є багато причин для того, щоб компанія використовувала практику КСВ.

1. *Це покращує сприйняття клієнтами вашого бренду.* Для компаній стає все важливішим мати соціально свідомий імідж. Споживачі, співробітники та

зацікавлені сторони віддають пріоритет КСВ при виборі бренду чи компанії, і вони вважають корпорації відповідальними за здійснення соціальних змін своїми віруваннями, практиками та прибутками. Практики КСВ відіграють вирішальну роль у залученні нових клієнтів, чиї рішення про покупку залежать від цінностей компанії, репутації та соціальної та екологічної активності.

2. *КСВ залучає та утримує працівників.* Споживачі не єдині, кого приваблюють компанії, які є соціально відповідальними. Сучасна робоча сила все більше надає перевагу культурі, різноманітності та високому впливу, а не фінансовим вигодам.

3. *КСВ підвищує привабливість для інвесторів.* Продемонструвавши розвинену програму КСВ та ініціативи, компанія стане привабливішою як для нинішніх, так і для майбутніх інвесторів. Інвестори відіграють все більшу роль як ключові учасники корпоративної соціальної відповідальності. У той же час компанія, яка серйозно ставиться до КСВ, вказує як інвесторам, так і партнерам, що вона зацікавлена в довгостроковій і короткостроковій вигоді.

КСВ іде пліч-о-пліч із екологічними, соціальними та управлінськими показниками (ESG), які допомагають зовнішнім аналітикам кількісно оцінити соціальні зусилля компанії, і стає ключовим фактором для розгляду та постійного інтересу інвесторів. Environmental, social, governance – «довкілля», «соціальна сфера», «корпоративне управління» – у сучасному вигляді ESG-принципи сформулював Кофі Аннан, колишній генеральний секретар ООН. Йшлося про те, аби великі світові компанії включили ці критерії до своїх стратегій, насамперед для боротьби зі зміною клімату. Екологічні, соціальні та управлінські аспекти діяльності компаній набули популярності від початку 2000-х років і сьогодні ESG-рейтинг визначає лідерство і сталість розвитку гравців ринку. Зокрема Агрохолдинг «Астарта-Київ» посів третє місце серед 89 аграрних компаній у рейтингу ризиків у сфері екології, соціальної політики та корпоративного управління (ESG), складеному агентством Sustainalytics – всесвітньо визнаним постачальником досліджень, рейтингів та даних у галузі ESG. Корпоративна соціальна відповідальність під час війни стає не лише етичним обов'язком, а й критично важливим інструментом для збереження стабільності, підтримки суспільства та створення умов для майбутнього відновлення. КСВ може допомогти компаніям не лише вижити в умовах криз, але й стати важливими агентами позитивних змін у суспільстві.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антощенкова В. В., Глянь Т.І. Історичний аспект сталого розвитку в умовах глобалізації. Економічний аналіз. 2024. Том 34. № 1. С. 291-298.

2. Антощенкова В. В., Дейнега М. В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. Vadима Гетьмана ; [редкол.: О. Яценко (голов. ред.) та ін.]. Київ : КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6–14.

**ЦИФРОВІЗАЦІЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ**

Євтухова М.Д., здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),  
Антощенкова В.В. д.е.н., доц., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses consider the relevance of implementing innovative approaches to agricultural production, including the digitalization of key areas and processes.*

Сучасні умови господарювання, трансформаційні зміни й непередбачуваність ситуації зумовлюються необхідністю впровадження інноваційних підходів та модернізації сільськогосподарського виробництва, в тому числі цифровізації основних сфер та процесів. Основні етапи розвитку аграрного сектора в світі представлені в табл. 1

**Таблиця 1. Етапи розвитку аграрного сектора в світі**

Роки	Етап	Характеристика
1900-ті рр. Сільське господарство 1.0	Механізація	Поява тракторів; Підвищення ефективності; Ручна праця; Низький рівень виробництва, достатній лише для забезпечення потреб однієї сім'ї.
1950-ті рр. Сільське господарство 2.0	Зелена революція	Нові агрономічні практики; Використання мінеральних добрив та пестицидів; Поліпшення якості насіння; Підвищення врожайності.
1990-ті рр. Сільське господарство 3.0	Точне землеробство	Застосування автопілота; Моніторинг урожайності; Диференційні внесення добрив та сівба; Управління на основі даних.
2010-ті рр. Сільське господарство 4.0	Цифрове землеробство	FARM-менеджмент; Аналіз даних у реальному часі; Послуги з доданою вартістю; Оптимізація використання ресурсів.
2020-ті рр. Сільське господарство 5.0	Інтеграція технологій	Штучний інтелект та машинне навчання; Використання роботизованої техніки; Інтернет речей (IoT); Бездротові сенсорні мережі (WSN); Агробіотехнології; Аналітика великих даних та системи підтримки прийняття рішень (DSS)

Станом на 2021 рік AgTech сектор України налічував приблизно 70 стартапів, що працюють у різних напрямках: управління земельним банком, точне землеробство, використання дронів та інші інноваційні рішення. За останні роки кількість стартапів, ймовірно, зросла, що відображає динамічний розвиток галузі навіть у складних умовах війни. Екосистема підтримки: Українська AgTech екосистема підтримується бізнес-акселераторами та венчурними фондами, які сприяють впровадженню інновацій. Пріоритет у розвитку інновацій: AgTech є однією з ключових галузей в рамках Глобальної інноваційної візії України 2030.

**Список використаних джерел: 1.** Антощенкова В.В. Організаційно-економічний механізм інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, Сер. Економічні науки. 2021. №2 Том. 1. С. 161-170.

2. Онегіна В.М., Антощенкова В.В.. Дифузія інновацій в аграрному бізнесі в Україні. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2021. №2. С. 22-27.

## «РИЗИКИ ТА ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ»

Линник В., здобувачка першого (бакалаврського) РВО  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

Сучасні агротехнології відіграють значну роль у розвитку сільського господарства, підвищуючи продуктивність, покращуючи якість продукції та сприяючи екологічній стійкості. Однак їх впровадження супроводжується як перевагами, так і певними ризиками, які необхідно враховувати. Ми розглянемо як переваги так і недоліки впровадження сучасних агротехнологій.

Перевагами впровадження сучасних агротехнологій є: використання точного землеробства, яке базується на застосуванні сучасних цифрових технологій для максимально ефективного управління посівами. Воно включає: GPS-навігацію – допомагає тракторам та комбайнам рухатися з високою точністю, уникаючи перекриття або пропусків при обробці ґрунту; дрони та супутникові знімки – дозволяють відстежувати стан рослин, рівень вологості ґрунту та наявність хвороб або шкідників; розміщення сенсорів в ґрунті для вимірювання вологості, температури та наявності поживних речовин, що допомагає оптимізувати полив і внесення добрив.

Другим напрямком є сучасні біотехнології, які допомагають створювати культури з покращеними властивостями – стійкістю до шкідників і хвороб; посухостійкістю; підвищеною поживною цінністю.

Третім напрямком є використання альтернативних джерел енергії, перехід на відновлювані джерела енергії, що дозволяє економити кошти та зменшувати вплив на довкілля [1, 2].

Хоча впровадження сучасних агротехнологій вагомими перевагами, але водночас супроводжується певними ризиками: в першу чергу це потреба в значних фінансових вкладеннях. По друге, використання сучасних технологій вимагає знань у сфері агрономії, інженерії та ІТ.

По третє, хоча сучасні технології покликані зменшити негативний вплив на екосистему, їх неправильне використання може призвести до екологічних проблем. Генетично модифіковані організми (ГМО) – можуть підвищувати врожайність, однак існують побоювання щодо їхнього довгострокового впливу на екосистему. Надмірне використання хімікатів – автоматизовані системи можуть сприяти збільшенню застосування добрив і засобів захисту рослин, що призводить до забруднення ґрунтів і вод.

Вплив на біорізноманіття – інтенсивне використання технологій може змінювати природні екосистеми та зменшувати популяції комах-запилювачів. Для зменшення цих ризиків важливо впроваджувати екологічно відповідальні практики, такі як органічне землеробство та точне внесення добрив [3,4].

Отже, сучасні агротехнології відіграють ключову роль у розвитку сільського господарства, сприяючи підвищенню врожайності, покращенню якості продукції та зменшенню негативного впливу на довкілля. Використання точного землеробства, біотехнологій і відновлюваних джерел енергії дозволяє аграріям більш ефективно управляти ресурсами та впроваджувати інноваційні рішення. Водночас впровадження таких технологій супроводжується низкою викликів, серед яких висока вартість, потреба у кваліфікованих фахівцях і можливі ризики для екосистеми. Для мінімізації цих проблем необхідно розробляти державні програми підтримки фермерів, сприяти навчанню спеціалістів та впроваджувати екологічно відповідальні методи ведення господарства. Лише збалансований підхід дозволить використовувати потенціал сучасних агротехнологій максимально ефективно та безпечно.

#### **Список використаних джерел:**

1. [https://dia.dp.gov.ua/10-najkrashhix-tendencij-texnologij-ta-innovacij-u-silskomu-gospodarstvi-za-2022-rik/?utm\\_source](https://dia.dp.gov.ua/10-najkrashhix-tendencij-texnologij-ta-innovacij-u-silskomu-gospodarstvi-za-2022-rik/?utm_source)**Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
2. <https://agrobiogas.com.ua/alternative-energy-sources/>**Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
3. <https://weagro.com.ua/blog/intensyvne-silске-gospodarstvo-vyznachennya-perevagy-ta-nedoliky/>**Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**
4. <https://eos.com/uk/blog/seminar-pro-ahrotekhnolohichni-rishennia/>**Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**

## ДЕРЖАВНА ПІДТРИМКА АГРАРІВ ТА РОЛЬ МІЖНАРОДНИХ ФОНДІВ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Норік П. Г., здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),

Вітковський Ю.П. д.е.н., проф., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses substantiate the state of state support for agricultural producers and the role of international funds during the full-scale war in Ukraine.*

Національний аграрний сектор в умовах війни є одним з ключових секторів національної економіки, навколо якого може бути забезпечено стійкість економічної системи країни. На 2025 рік урядом України передбачено понад 5 млрд грн на підтримку аграрної галузі. Більша частина коштів спрямована на виплату дотацій сільгоспвиробникам на 1 га та утримання ВРХ, овець і кіз. Але також на оброблювані угіддя для аграріїв з деокупованих територій та територій, на яких завершені бойові дії. Кошти у розмірі 8 тис. грн на 1 га надаватимуться виробникам сільськогосподарської продукції, що мають у власності або користуванні до 120 га земель сільськогосподарського призначення.

Через обмежений бюджет держави, допомога здійснюється через міжнародних донорів, зокрема, через програми, міжнародні організації та фонди: Світового банку, Продовольчої та сільськогосподарської організації ФАО та Агентства США з міжнародного розвитку USAID, БФ «Жнива перемоги» Говарда Баффета, проєкт FARMERHOOD та інші. Зокрема, від уряду Японії до державного бюджету України минулого року надійшла позика обсягом 230 млн в рамках проєкту Світового банку «Екстрений проєкт надання інклюзивної підтримки для відновлення сільського господарства України (ARISE)» для розширення кредитування для України. Проєкт ARISE з обсягом фінансування \$500 млн має на меті підтримку доступу сільгоспвиробників до фінансування через пільгове кредитування (компенсація видатків за програмою 5-7-9%) та поліпшення доступу малих господарств до фінансування через гранти. Допомога від Продовольчої та сільськогосподарської організації ФАО фінансує проєкти від міжнародних донорів, урядів інших країн, благодійних фондів. Передбачає забезпечення малих і середніх фермерських господарств насінням озимих і ярих культур для посівної. Насамперед, у Херсонській, Чернігівській, Сумській, Харківській, Запорізькій, Донецькій, Миколаївській та Дніпропетровській областях. Найбільше коштів на цю допомогу надійшло з Канади (для зменшення ланцюгів поставок), ЄС (у вигляді продовольчої допомоги), зокрема, від Франції, Німеччини, Швейцарії, Японії, США.

USAID АГРО надавав доволі широкий спектр допомоги сільгоспвиробникам шляхом закупівлі посівного матеріалу, добрив (карбаміду, нітроамофоски, сульфату амонію тощо), а крім того, полімерних рукавів і техніки для їхнього завантаження, фінансував закупівлю обладнання для післяврожайної доробки картоплі по пакувальній лінії, зрошувальних систем, створення онлайн-сервісу WEAGRO для здійснення закупівель необхідних матеріалів у розстрочку. Наразі всі ініціативи USAID, у тому числі, спрямовані на розвиток сільськогосподарства, призупинені на 90 днів після розпорядження Держдепартаменту США з січня 2025 року.



БФ «Жнива перемоги» Говарда Баффета досі виручає малі і середні фермерські господарства, які безпосередньо постраждали від війни. У фонді можна безкоштовно взяти у користування сільгосптехніку для посівної і жнив, а також техніку для завантаження полімерних рукавів. Їх, до речі, фонд теж допомагає придбати. Заснований у 1999 році Фонд Говарда Г. Баффета є американським приватним сімейним фондом, який працює над покращенням продовольчої безпеки, пом'якшенням конфліктів, підвищенням громадської безпеки та боротьбою з торгівлею людьми. В Україні Фонд почав працювати з 2022 року, незабаром після повномасштабного вторгнення Росії, і зосереджений на розв'язанні найбільшої гуманітарної кризи в Європі з часів Другої світової війни. Робота Фонду в Україні є великою та включає підтримку фермерів у ситуації дедалі більшої нестачі продовольства, спричиненої конфліктом, як на місцевому, так і на глобальному рівнях. Робота Благодійного фонду «Жнива Перемоги» стала можливою завдяки фінансуванню, наданому виключно Фондом Говарда Г. Баффета.

Крім того, від урядів різних країн як нерідко допомогу ініціювали фермери різних країн, Японія, США, Канада, Франція, Німеччина, Австралія тощо. Так, до прикладу, у 2022 році австралійські фермери започаткували акцію підтримки AUSSIEGRAIN4UKRAINE з метою збору коштів від продажу зерна для спрямування їх на програми підтримки українських сільгоспвиробників та їхніх громад. Ще одним прикладом є проєкт FARMERHOOD – платформа, через яку іноземні фермери та донори надають адресну фінансову допомогу постраждалим українським колегам. На допомогу можуть претендувати аграрії, які вирощують польові культури і мають земельний банк від 20 до 500 га, або займаються овочівництвом на площі від 10 до 200 га. Вони повинні працювати у 50-кілометровій зоні, прилеглій до зони бойових дій або деокупованої території. FARMERHOOD надає допомогу за п'ятьма напрямками: насіння, добрива та засоби захисту рослин; агрономічні консультації: як в умовах обмежених ресурсів найефективніше використати кошти (наприклад, деякі фермери мають запити на відбір аналізів ґрунтів); паливні талони для проведення польових робіт; ваучери на будівельні матеріали для ремонту сільськогосподарських об'єктів; кошти на розрахунковий рахунок для часткового покриття зарплат сільськогосподарських працівників, сплати паїв та інших сільськогосподарських потреб (не більше 30% загальної суми).

**Список використаних джерел: 1.** Ключові виклики для аграрного сектору та основні завдання державної аграрної політики на 2025 рік. Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/sotsialna-polityka/klyuchovi-vyklyky-dlya-ahrarnoho-sektoru-ta-osnovni-zavdannya>

2. Антощенко В. В., Дейнега М. В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана ; [редкол.: О. Яценко (голов. ред.) та ін.]. Київ : КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6–14.

## СТАН АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ, КЛЮЧОВІ ВИКЛИКИ ТА РИЗИКИ

Пересада М. О., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,  
Антощенко В.В. д.е.н., доц., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses substantiate the state of the Ukrainian agricultural sector in war-time conditions, and analyze key challenges and risks.*

Попри відносну адаптацію аграрного сектора України до функціонування в умовах війни, ключовими викликами та обмеженнями у 2025 р. будуть наступні: поглиблення проблеми дефіциту трудових ресурсів у сільськогосподарському виробництві, утрата частини земельних ресурсів та погіршення їхнього якісного стану й руйнування виробничого потенціалу залишатимуться ключовими проблемами аграрного сектора України в поточному році, охоплюючи сфери виробництва, переробки та логістики. Крім цього, зростатимуть витрати. Додатковий тиск на аграрний сектор створюватимуть девальвація гривні, що підвищить вартість імпортних ресурсів, а також дефіцит робочої сили, який змусить підприємства піднімати заробітні плати для утримання кваліфікованих працівників.

З огляду на це, основними завданнями державної аграрної політики у 2025 році повинні бути забезпечення стійкості сільськогосподарських виробників, поліпшення їхнього фінансового стану, створення спроможності функціонування в умовах кліматичних змін та адаптації до аграрної політики ЄС. При цьому така політика має бути зваженою, адаптивною до змін на глобальних ринках, усі інституціональні зміни повинні узгоджуватися з експертним середовищем і враховувати інтереси виробників продукції та споживачів.

У 2025 р. перед агропромисловим комплексом постануть нові ризики, пов'язані як з безпековими, так і економічними чинниками, ключовими з яких є поглиблення проблеми дефіциту трудових ресурсів у сільськогосподарському виробництві та руйнування виробничого потенціалу.

Враховуючи тенденції попередніх років, аграрний сектор України й надалі стикатиметься з проблемою дефіциту трудових ресурсів, спричиненого мобілізацією та міграційними процесами. Восени 2024 р. експерти наголошували, що проблема місцями сягнула таких масштабів, що ставила під загрозу отримання поточного врожаю [1]. За даними Мінагрополітики України, близько 200 тис. аграріїв служать у ЗСУ, що посилює кадровий дефіцит у галузі. Вже цього року конкуренція за кваліфікованих працівників в агросекторі може значно посилитись. Кадровий дефіцит, викликаний війною, змушує фермерські господарства переглядати підходи до оплати праці, поступово підвищуючи зарплатню.

Руйнування виробничого потенціалу залишатиметься однією з ключових проблем аграрного сектора України в поточному році, охоплюючи сфери виробництва, переробки та логістики. Атаками на зерносховища, продовольчі склади й транспортну інфраструктуру агресор цілеспрямовано знищує можливості для агровиробництва та експорту. Утрачено 19,5 % потужностей зберігання аграрної продукції, знищено або пошкоджено 18,6 % наявної техніки. Масштабні

втрати зафіксовано й у тваринництві – знищено сотні тисяч голів худоби та птиці. Понад 50 атак на портову інфраструктуру (на вересень 2024 р.) спричинили руйнування більш ніж 280 об'єктів та знищення понад 100 тис. т аграрної продукції, що ускладнює експорт і постачання продовольства. Через руйнування ворогом овочесховищ та елеваторів близько 35 % продовольства псується і не потрапляє до споживача. Така діяльність агресора спрямована як на унеможливлення ведення сільськогосподарського виробництва в Україні, так і на погіршення продовольчого забезпечення населення, поширення негативних очікувань щодо нестачі продовольства, а також виникнення глобальної продовольчої кризи.

Зростання витрат на ведення сільськогосподарської діяльності. Сукупні збитки та втрати від війни малих виробників продукції рослинництва та тваринництва в Україні вже перевищують 3,85 млрд дол. США. Про це свідчать результати опитування, проведеного Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (FAO) [2]. Дослідження показало майже 8 % зменшення загальної кількості дрібних виробників, з яких 1 % – це виробники продукції тваринництва, а інші майже 7 % – виробники продукції рослинництва, які цілковито припинили своє виробництво. Більшість опитаних виробників стикаються з проблемами доступу до сільськогосподарських ресурсів через високі ціни, брак працівників, нестачу палива або електроенергії для забезпечення роботи сільськогосподарської техніки чи навіть відсутність доступу до електроенергії. Крім того, спостерігаємо обвал ринків сільськогосподарських ресурсів (добрив та насіння), зокрема в прифронтових областях. Найбільші потреби для продовження виробництва, про які повідомили респонденти, – це забезпечення добривами, паливом і насінням, доступ до кормів або фуражу, поповнення поголів'я тварин та доступ до ринків збуту.

У 2025 році українські аграрії стикнуться зі зростанням витрат на виробництво через низку економічних чинників. Зокрема, очікувано подорожчання насіння на 10 % та засобів захисту рослин на 10-15 % унаслідок інфляції та коливань валютного курсу. Також поступове підвищення акцизного податку на пальне може спричинити його здорожчання на 10 %, що додатково збільшить витрати аграріїв на 5,7 млрд грн. Вартість мінеральних добрив, за прогнозами, також зросте на 10-15 % через інфляційні процеси та логістичні труднощі, спричинені війною. Додатковий тиск на аграрний сектор створюватимуть девальвація гривні, що підвищить вартість імпортованих ресурсів, а також дефіцит робочої сили, який змусить підприємства підіймати заробітну платню для утримання кваліфікованих працівників.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антощенко В.В., Пересада М.О. Роль інновацій у сільському господарстві. стаття Аграрні інновації. Номер 22. 2023. С. 175-179.
2. FAO. 2023. Ukraine: Impact of the war on agricultural enterprises – Findings of a nationwide survey of agricultural enterprises with land up to 250 hectares, January–February 2023. Rome. URL: <https://doi.org/10.4060/cc5755en>

## ІНВЕСТИЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ВІЙНИ: ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Романашенко І.О., аспірантка  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Innovative activity as the basis for development and promising social changes is of particular relevance for Ukraine in the period of military aggression, as it allows to ensure an appropriate level of the country's defence capability, a rapid process of infrastructure restoration and is a powerful factor of economic growth.*

Для України сучасний період характеризується серйозними викликами в усіх сферах і потребує швидкого реагування та забезпечення, в першу чергу, обороноздатності країни, а також виробничої, інформаційної та економічної безпеки. В такій ситуації головним об'єднуючим механізмом усіх аспектів життєдіяльності суспільства є інновації та технологічні розробки як рушійна сила розвитку, що дозволяє підвищувати конкурентоспроможність й укріплювати господарську діяльність економічних систем.

Метою дослідження є визначення ролі інвестиційного забезпечення інноваційного розвитку підприємств України в умовах війни.

Виділяють два різних підходи щодо розуміння поняття «інновація» – вузький та широкий. Згідно з першим, інновації являють собою введення нової техніки та технологій. Широкий підхід визначається тим, що інновацією вважається будь-яка зміна, наслідком якої є збільшення прибутків та підсилення конкурентоспроможності підприємства. Згідно зі Законом України «Про інноваційну діяльність», інновації – це новостворені (застосовані) й (або) удосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери [1].

Зазвичай, увага вітчизняних і зарубіжних інвесторів спрямована на інноваційні проекти та компанії, які мають міжнародний ринковий потенціал, однак існують певні ризики, які пов'язані з гарантіями безпеки інвестицій. Тому підтримка з боку держави інноваційних та інвестиційних проектів особливо актуальна. Певні позитивні зрушення в цьому напрямі спостерігаються вже сьогодні, а саме: 1) імпорт нового устаткування на територію України звільняється від сплати податку на прибуток та ввізних мит; 2) орендна плата за користування земельною ділянкою під реалізацію проекту відбувається на пільгових умовах; 3) забезпечення користування об'єктами суміжної інфраструктури (автомобільні шляхи, лінії зв'язку, тепло-, газо-, водо-, електропостачання) та їх реконструкція відбувається за рахунок державних коштів; 4) на врегулювання страхування воєнних ризиків спрямовано ЗУ «Про фінансові механізми стимулювання експортної діяльності», до якого внесено зміни від 14 лютого 2023 р., що передбачають можливість надання Експортно-кредитним агентством (ЕКА) послуг щодо страхування інвестицій, які здійснюються на території України, у межах статутного капіталу ЕКА.

На даний момент інвестиційна діяльність, особливо забезпечення інвестиціями інноваційних процесів розвитку підприємств, є майже неактивною у більшості галузей економіки, а всі можливі інвестиції спрямовані на розвиток оборонної промисловості.

Через значні втрати за останні два роки повномасштабної війни, постраждала не тільки інфраструктура, а й отримано значні збитки вітчизняними підприємствами, третина з яких припинила свою діяльність, а діючі мають обмежені власні кошти для розвитку інноваційної діяльності, скорочуючи витрати на інновації, хоча експортоорієнтовані виробництва продовжують інвестування навіть в складних умовах. Тому на макрорівні очевидним є стимулювання інноваційної діяльності за рахунок галузевих програм підтримки, фіскальних і законодавчих заходів, без яких неможливо здійснити відновлення країни і сформувати обороноздатну державу.

Україна після перемоги буде знаходитись в інших економічних обставинах, які будуть суттєво відрізнятись від довоєнних. Тому, необхідна буде інша економічна політика. Можна виділити декілька відмінностей інвестиційного середовища до та післявоєнного середовища: 1) величезна руйнація критичної інфраструктури, промисловості, житлового та комунального господарство, обсягом в багато мільярдів доларів; 2) доступ до практично необмежених міжнародних фінансових ресурсів, аналог «Плану Маршалла» буде неодмінно запроваджено; 3) міжнародна технічна допомога надасть доступ до сучасних західних технологій. Зазначені фактори дозволяють перейти від сировинно-аграрного типу економіки до технологічного, створити абсолютно нову економічну структуру, завдяки якій Україна матиме можливість продавати продукцію із високою доданою вартістю. Такі трансформації дозволять збільшити національний дохід та підвищити рівень життя в країні у 4-5 разів за 20 років [2].

Отже, інноваційне підприємництво є прогресивною формою організації бізнесу. Нестабільність тенденцій динаміки інноваційно-активних промислових підприємств України свідчить про наявність низки проблем, які можна конструктивно вирішити на основі удосконалення державної регуляторної політики. Зацікавленість управлінням розвитком інноваційного підприємництва, яке мимоволі стимулює процеси пошуку шляхів подолання кризових явищ і підвищення інноваційності дозволяє виявляти «інтелектомістки» резерви забезпечення економічного зростання.

#### Список літератури

1. Закон України «Про інноваційну діяльність» від 04.07.2002 р. № 40-IV. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 36. С. 266. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=40-15>
2. Гречко, А. В. Інвестиційне забезпечення інноваційного розвитку підприємств в Україні в воєнний та поствоєнний період. Економічний вісник НТУУ «КПІ»: збірник наукових праць. – 2022. – № 22. – С. 40-46.

## ПОТЕНЦІАЛ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ

Сапарай Я.В., здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),  
Вітковський Ю.П. д.е.н., проф., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses substantiate the potential of Ukraine's agricultural sector to ensure the country's food security and supply products to external markets in the face of a full-scale invasion.*

Національний аграрний сектор, незважаючи на значні втрати в умовах повномасштабного вторгнення, має достатній потенціал для забезпечення продовольчої безпеки країни та постачання продукції на зовнішні ринки. Для зміцнення економічного підґрунтя сільського розвитку потрібне, насамперед, удосконалення організаційної і виробничої структури сільського господарства для забезпечення економічної конкуренції на засадах рівності суб'єктів господарювання. Це потребує інституційної й фінансової підтримки виробників сільськогосподарської продукції, насамперед сімейних фермерських господарств, а також розвитку тваринницьких галузей, вирощування трудомістких сільськогосподарських культур, упровадження інноваційних технологій та виробництв з глибоким ступенем переробки агропродукції.

Масовані обстріли російськими військами об'єктів енергетики й енергетичної інфраструктури України призводять до нестабільності та жорстких обмежень енергопостачання, завдають значного вкрай негативного впливу на функціонування вітчизняної економіки. Згідно з інфляційним звітом НБУ за січень 2025 р., з огляду на істотні руйнування енергосистеми та значні ресурси, потрібні для її відновлення, дефіцит електроенергії зберігатиметься і в 2025 р. Імпорт електроенергії й заходи підприємств щодо розбудови та використання дорожчого автономного енергозабезпечення підвищуватимуть виробничі витрати [1]. Це може відчутно вплинути й на сільське господарство, оскільки аграрний сектор критично залежить від стабільного енергопостачання. Через перебої в енергопостачанні аграрії будуть змушені використовувати альтернативні джерела енергії, зокрема й дизельні генератори, акумуляторні системи. Це потребуватиме витрат на пальне та обслуговування обладнання, що своєю чергою підвищить собівартість сільськогосподарської продукції. Також це може призвести до зниження продуктивності тваринництва, оскільки електроенергія необхідна для підтримки життєво важливих систем на тваринницьких фермах – вентиляції, опалення, автоматизованої годівлі, водопостачання. Відключення струму можуть спричинити падіння продуктивності тварин, зменшення приросту ваги, зниження надоїв у молочному скотарстві. Відсутність електроенергії ускладнить роботу елеваторів, складів, холодильників, що призведе до погіршення умов зберігання зерна, овочів, фруктів і продукції тваринництва. Крім того, перебої в роботі систем зрошення можуть негативно вплинути на врожайність у посушливих регіонах.

Кліматичні ризики ставлять під загрозу виконання планів, спрямованих на досягнення Цілей сталого розвитку, оскільки підвищують ризики, пов'язані із забезпеченням населення продовольством. Минулого року погодні умови в

Україні істотно вплинули на врожайність овочевих культур, ягід та фруктів. Аномальні температури, посухи, зливи та різкі перепади температури призвели до значного зниження обсягів виробництва та якості продукції. Крім того, посівна кампанія озимих культур під урожай 2025 р. в Україні відбувалася в умовах значної посухи, що охопила більшість регіонів країни. У серпні та вересні 2024 р. на більшій частині території країни панувала аномально суха погода з суховійними явищами. Це ускладнило сівбу озимих культур, особливо в центральних, північних та східних областях, де зерно тривалий час не проростало через нестачу вологи. Наразі, за даними Національної академії аграрних наук, на лютий 2025 р. Україна стикається з найнижчим рівнем вологозабезпечення ґрунту за останні сім років. Проте аналіз стану озимих культур на кінець січня 2025 р., а також прогнози погоди на найближчий період свідчать про відсутність критичних загроз для посівів на завершальних етапах зимового періоду [1]. Таким чином, дальший стан озимих культур залежатиме від погодних умов наприкінці зими та на початку весни. Постійний моніторинг та ефективне управління посівами залишаються ключовими для забезпечення високої врожайності у 2025 р. Спекотна погода призводить до нестачі вологи в ґрунті, послаблює стійкість росту й розвитку сільськогосподарських рослин, знижуючи їхню врожайність.

Основними завданнями державної аграрної політики у 2025 р. повинні бути забезпечення стійкості сільськогосподарських виробників, поліпшення їхнього фінансового стану, створення умов для функціонування аграріїв на тлі кліматичних змін та їх адаптації до аграрної політики ЄС. Водночас така політика має бути зваженою, усі інституціональні зміни повинні узгоджуватися з експертним середовищем і враховувати інтереси всіх виробників продукції і споживачів, а також адаптивною до змін, пов'язаних із зовнішньоекономічною діяльністю. Національна аграрна політика має враховувати інтереси всіх суб'єктів господарювання, залучених до виробництва й експорту продовольства, а також іноземних партнерів та міжнародних організацій, які працюють у сфері відвернення ризиків голоду. Доцільно підтримувати суб'єкти господарювання, які намагаються самостійно виробляти й експортувати сільськогосподарську продукцію, яку раніше Україна не експортувала, проте попит на яку є у світі. Водночас прийняття державних рішень має передувати публічний діалог, спрямований на гармонізацію інтересів усіх зацікавлених сторін.

#### **Список використаних джерел:**

1. Ключові виклики для аграрного сектору та основні завдання державної аграрної політики на 2025 рік. Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/sotsialna-polityka/klyuchovi-vyklyky-dlya-ahrarnoho-sektoru-ta-osnovni-zavdannya>
2. Onegina V., Kravchenko Yu., Antoshchenkova V. Improving the efficiency of quality management and safety of dairy production in Ukraine in the conditions of european integration Vectors of competitive development of socio-economic systems : monograph. Ed. by O. Mandych, T. Pokusa. Academy of Management and Administration in Opole, 2020. С. 100-105.

**РИНОК ЗЕМЛІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ**

Семперович І.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,  
Антощенко В.В. д.е.н., доц., (ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The theses substantiate the state of the agricultural land market in Ukraine in conditions of a full-scale war.*

Обіг земель сільськогосподарського призначення є важливою складовою розвитку сільськогосподарського сектора і забезпечення продовольства. Ринок земель сільськогосподарського призначення в Україні запрацював з 1 липня 2021 року. До 31 грудня 2023-го купувати землю могли винятково фізичні особи-громадяни України в розмірі не більше 100 га на одну людину. З початку 2024 року таке право отримали й юридичні особи, а дозволений розмір зріс до 10 000 га. За два роки земельної реформи в Україні продано близько 275 157 га сільгоспземлі, що становить 1% від усіх сільгоспземель. З 1 січня 2024 року ринок землі став відкритим для юридичних осіб, але не зазнав значних змін. Компанії, які володіли значною кількістю земельних ділянок, переважно продають землю, а не купують. Загалом від початку 2024-го компанії продали понад 200 га землі. З моменту відкриття ринку по 16 грудня 2024 року продано 875,2 тис. га землі, зокрема, найбільше на Полтавщині та Дніпропетровщині. Укладено понад 400 тис. угод із купівлі-продажу сільгоспземлі. Наразі чверть угод змінили власника через купівлю-продаж, а 65% відчужень стосувалося землі, отриманої у спадок. З 1 січня 2024 року юридичні особи, засновані громадянами України, на яких не накладено санкцій, отримали право купувати землі сільськогосподарського призначення, що раніше перебували під мораторієм. Також з початку року збільшено ліміт на купівлю сільгоспземлі до 10 тисяч гектарів для однієї особи.

Земельний банк – це проєкт Фонду державного майна України, що створює прозорий ринок оренди державних сільськогосподарських земель через онлайн-аукціони на ProZorro (Продажі). Метою є усунення корупції та тіньових схем, а також підвищення ефективності використання державних земель. Орендувати ділянки можна на термін до 14 років для однорічних насаджень або до 25 років для багаторічних. Стартова вартість оренди починається від 12% від нормативної оцінки землі. Для того, щоб взяти участь у земельних торгах потрібно:

1. Зареєструватись на будь-якому з підключених до системи майданчиків.
2. Подати заяву на участь в аукціоні через е-кабінет.
3. Сплатити реєстраційний та гарантійний збір.
4. Взяти участь в аукціоні, запропонувавши свою переможну ставку.
5. Пройти кваліфікацію.
6. Укласти договір за результатами аукціону та сплатити суборендну плату за перший рік.

У четвертому кварталі 2023 році кількість та площа транзакцій із сільгоспземлями була найвищою протягом 2023 року: 23 800 угод сукупною площею 53 9 000 га. За даними Держгеокадастру, загалом із моменту відкриття ринку



земель було укладено 195 900 угод купівлі-продажу сукупною площею 432 200 га. Станом на 1 січня 2024 року в обігу перебувало 1,05% від усіх сільгоспземель. Середньозважена ціна на сільськогосподарську землю зросла упродовж 2023 року на 8,3%, випередивши річні темпи інфляції. Номінальна капіталізація ринку збільшилась на 89,9 млрд грн, а з моменту відкриття ринку землі – на 179 млрд грн. Обсяги продажу прав оренди комунальних земель через «Prozorro.Продажі» зросли більше ніж у чотири рази протягом усього 2023 року – з 402 аукціонів на ділянки сукупною площею 3600 га у першому кварталі до 1677 торгів на ділянки сукупною площею 14 500 га у четвертому кварталі.

Загалом із моменту старту електронних аукціонів на платформі «Prozorro.Продажі» в листопаді 2021 року було успішно передано в оренду 5504 земельні ділянки комунальної власності сільгосппризначення сукупною площею 48 700 га, що приносить громадам щорічно 428,5 млн грн доходу, йдеться в дослідженні. У другій половині 2023-го в середньому щоденно укладалось угод купівлі-продажу на 529 га, або на 37% менше, ніж до лютого 2022-го. Через вторгнення РФ не було укладено 120 000 угод сукупною площею 355 500 га. Таким чином, втрати ринку сягнули \$325 млн, або 12,4 млрд грн.

За понад два роки з моменту відкриття ринку в умовах повномасштабної війни вартість землі підвищилась на 10%, що еквівалентно зростанню вартості потенційної застави на \$5,5 млрд. Враховуючи чинний коефіцієнт ліквідності сільгоспділянок як застави на рівні 0,35, зазначене збільшення вартості землі могло б згенерувати її власникам та агросектору додаткових кредитів на \$1,9 млрд. Завдяки відкриттю ринку землі для юридичних осіб з 1 січня цього року у майбутньому очікується зростання вартості землі приблизно на 40%, а отже, і капіталізація ринку земель збільшиться до майже \$50 млрд. Тобто потенційний обсяг кредитного фінансування міг би скласти \$17,5 млрд. За 11 місяців 2023 року завдяки обігу та використанню сільгоспземель бюджети громад поповнилися на 33,7 млрд грн. Це майже 12% сукупних податкових надходжень. Найбільшу частку від цих доходів згенерувала оренда комунальної землі. За звітний період громади отримали 18 млрд грн орендної плати, або близько 4% від усіх надходжень. За період функціонування ринку загальна сума інвестицій у купівлю сільськогосподарські землі склала 17 млрд грн. Із них 9,5 млрд грн (56%) інвестовано вже після початку повномасштабного вторгнення РФ. На грудень 2023 року агросектору було видано банківських кредитів на суму 115,8 млрд грн. З них 47,5% (54,1 млрд грн) – терміном до одного року для поповнення обігових коштів. Середній показник залучених кредитних коштів у розрахунку на гектар сільгоспземлі по Україні становить 2792 грн/га. Водночас в окремих регіонах він суттєво вищий, як наприклад, у Київській (21 53 грн/га), Львівській (5552 грн/га), Тернопільській (5759 грн/га) областях.

**Список використаних джерел: 1.** Як агробізнес трансформується в умовах війни. URL: <https://agribusinessinukraine.com/>

2. Антощенкова В. В., Кравченко Ю. М. Земельна реформа, досвід, тенденції та перспективи. Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. 2018. Вип. 193. С. 94-102.

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ НОВОЇ ТЕХНІКИ АПВ

Сергієнко В.В., здобувачка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

Розробка та експлуатація нової техніки агропромислового виробництва (АПВ) відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку сільського господарства. Інтенсифікація аграрного сектору часто супроводжується негативним впливом на довкілля, зокрема виснаженням ґрунтів, забрудненням водних ресурсів і підвищеними викидами парникових газів. Тому впровадження сучасних технологій має бути спрямоване на зменшення екологічного навантаження та раціональне використання природних ресурсів.

Одним із важливих напрямків екологізації АПВ є розробка техніки, що працює на альтернативних джерелах енергії. Використання електротранспорту, водневих двигунів та біопалива дозволяє знизити рівень викидів шкідливих речовин, таких як CO<sub>2</sub> та NO<sub>2</sub>. Також перспективним є застосування біорозкладних мастильних матеріалів, які не забруднюють ґрунти та водойми. Важливим аспектом є зниження техногенного навантаження на ґрунти, що досягається шляхом впровадження техніки з оптимізованим тиском на поверхню. Це допомагає запобігати ущільненню ґрунту та втраті його родючості.

Використання цифрових технологій, зокрема автоматизації та систем точного землеробства, сприяє ефективному використанню ресурсів. Моніторинг полів за допомогою дронів і супутникових систем дозволяє своєчасно визначати потребу в добривах і засобах захисту рослин, що мінімізує їх надмірне застосування та знижує ризик хімічного забруднення.

Окрему увагу слід приділити безпечній утилізації старої сільськогосподарської техніки. Використання екологічно небезпечних матеріалів у конструкціях машин потребує розробки програм переробки та безпечної утилізації відпрацьованих агрегатів. Це дозволить мінімізувати утворення небезпечних відходів та зменшити негативний вплив на довкілля.

Перспективи розвитку екологічно чистих технологій у АПВ пов'язані з державними програмами підтримки аграрного сектору, що стимулюють оновлення технопарку та впровадження інновацій. Важливим є також підвищення рівня екологічної свідомості серед аграріїв, що сприятиме ширшому застосуванню сталих технологій. Таким чином, екологізація техніки агропромислового виробництва є необхідною умовою для збереження довкілля та забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

Список використаних джерел:

1. Екологічні аспекти промислової безпеки / За ред. І. В. Соколовського. – Запоріжжя: ЗНУ, 2023. – 312 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi76/0056848.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi76/0056848.pdf?utm_source=chatgpt.com)

2. Екологізація аграрного виробництва як основа продовольчої безпеки України / За ред. О. М. Гавриша. – Вінниця: ВНАУ, 2022. – 240 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://repository.vsau.org/getfile.php/32611.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://repository.vsau.org/getfile.php/32611.pdf?utm_source=chatgpt.com)

## СИСТЕМА ЗАОХОЧЕННЯ ПРАЦІВНИКІВ У НОВИХ ФОРМАХ ТРУДОВОЇ ВЗАЄМОДІЇ

Тимошенко Ю.Я., магістрантка  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article considers modern approaches to the formation of an employee incentive system in the context of changes in labour interaction. The emphasis is placed on a combination of tangible and intangible incentives, individual approach, and transparency of management decisions and involvement of personnel in internal processes. The importance of motivation as the basis for stable and effective teamwork in the context of new organisational formats is revealed.*

У сучасному управлінні персоналом зростає потреба в новому баченні ролі працівника як активного учасника організаційних процесів. Ефективність підприємств дедалі частіше пов'язується не лише з технологічними ресурсами чи ринковими підходами, а й з тим, наскільки вміло організація може пробудити внутрішню зацікавленість та ініціативність працівників. Мотивація поступово стає не допоміжною функцією, а основною складовою системи управління, здатною забезпечити стабільне зростання результативності, згуртованість колективу та розвиток нових рішень.

Під впливом цифрових перетворень, зміни форматів праці та переосмислення ролі керівника як наставника, змінюється підхід до стимулювання персоналу. Традиційні моделі винагороди втрачають свою дієвість у середовищі, де працівники шукають сенс у професійній діяльності, прагнуть самореалізації та визнання. Мотивація перетворюється на багатовимірну систему, яка охоплює економічні, емоційні та комунікаційні складові.

Управління персоналом більше не зводиться до адміністративного контролю. Ті, хто ефективно організовує роботу колективу, спираються на розуміння людської природи, потреб, внутрішнього потенціалу та прагнень. Мотивація передбачає не стільки зовнішній тиск, скільки створення умов, в яких працівник відчуває значущість своєї діяльності, довіру та підтримку.

Одним із провідних напрямів сучасного підходу є індивідуалізація. Визнання неповторності кожного члена колективу дозволяє враховувати особисті цілі, стиль мислення та джерела натхнення. Працівники, до яких застосовується персоналізований підхід, виявляють вищий рівень ініціативності, відповідальності та бажання взаємодіяти.

Важливим елементом є поєднання матеріальних і нематеріальних стимулів [3]. Грошова винагорода залишається суттєвою, однак усе більше цінується комфортна атмосфера, можливість зростання, відкритість комунікації та участь у прийнятті рішень. При цьому прозорість управлінських процесів і взаємна довіра формують основу тривалого співробітництва.

Сучасна практика демонструє перехід від жорсткої ієрархії до горизонтальних моделей взаємодії. Такі моделі сприяють швидкому прийняттю рішень та стимулюють активну участь працівників, що формує середовище, де кожен відчуває власну значущість і взаємозв'язок із колективом.

Зміни охопили і форми організації праці. Гнучкі графіки, дистанційна

взаємодія та цифрові платформи стали звичним явищем. Вони потребують нових форм стимулювання, зокрема технологічних інструментів – систем оцінювання, цифрових сервісів підтримки, елементів ігрового формату [1, 2]. Такі підходи не лише контролюють, а й підтримують зацікавленість у досягненні високих результатів.

Мотивація має значення й для збереження кадрового потенціалу. Утримання кваліфікованих спеціалістів, зменшення плинності кадрів і формування сприятливого середовища залежать від якості мотиваційної моделі. Там, де створено атмосферу підтримки, довіри й можливостей для розвитку, зростає рівень залученості та відповідальності.

Отже, мотивація персоналу в нових умовах є не стільки реакцією на ринкові зміни, скільки результатом переосмислення відносин між організацією та працівником. Вона виходить за межі стандартних форм винагороди та включає психологічні, соціальні й організаційні чинники. Найбільш ефективною є така модель, що ґрунтується на індивідуальному підході, участі у прийнятті рішень, відкритій взаємодії та розширенні можливостей для зростання.

Ті організації, які сприймають працівника як активного учасника, а не виконавця, мають більше шансів на зміцнення своєї внутрішньої стійкості, гармонійний розвиток колективу та формування довготривалих трудових відносин.

#### Список літератури

1. Shaforenko S. Zaika S. Remote work: analysis of the essence and strategic significance. Exploring the digital landscape: interdisciplinary perspectives: *Monograph*. // Edited by Olha Blaha and Iryna Ostopolets. The University of Technology in Katowice Copyright by Academy of Silesia, Katowice, 2024. P. 63-76. DOI: 10.54264/M036. URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/56853/1/Zaika\\_Exploring\\_the\\_digital\\_landscape\\_2024\\_63-76.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/56853/1/Zaika_Exploring_the_digital_landscape_2024_63-76.pdf).

2. Svitlana Zaika, Sviatoslav Shaforenko. Development of remote work as a new form of work organization. *Baltic Journal of Legal and Social Sciences*, 2024 №. 1 P. 177-184. <https://doi.org/10.30525/2592-8813-2024-1-21>.

3. Грідін О.В., Заїка С.О., Заїка О.В. Актуальні аспекти та перспективні напрями удосконалення систем мотивації персоналу. *Економіка та суспільство*. 2022. № 42. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-42-37>. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1649>.

**СЕКЦІЯ 12.****ФІЛОСОФСЬКО – ГУМАНІТАРНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ****ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ НАЦІЇ ЯК ЧИННИК ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Авксентьева Р.О., студентка, Харківський національний університет мистецтв імені І. П. Котляревського (Харків, Україна), avksentteva@gmail.com; наук. кер. Комарова Т. Г., д. політ. н., доц. Харківський національний університет В. Н. Каразіна (Харків, Україна), [t.komarova@karazin.ua](mailto:t.komarova@karazin.ua)

*Openness to social space, democracy, and the affirmation of freedom of individuality, as the history and practice shows, have a dialectical connection with technical and technological development. For a competitive, clear development of the agricultural state, these trends in the current world may be of priority importance.*

В історії людства наявні переломні моменти, відколи світ, що звичний людині, докорінно змінювався. Процеси глобалізації та інформатизації сьогодні охоплюють усі сфери життя суспільства, і перш за все уявлення людей про світ, своє життя, способи адаптації до навколишнього середовища. Конкурентоспроможне входження суспільств до спільноти країн-лідерів сучасного світу передбачає системний підхід до процесів управління та прийняття політичних рішень. Серед пріоритетів, на нашу думку, є послідовне відстоювання національних інтересів, ефективне поєднання розвитку технологій та духовного, інтелектуального потенціалу, забезпечення основи, що дозволяє швидко та адекватно реагувати на виклики сучасного світу. Безумовно, високотехнологічний розвиток сільського господарства є стратегічним виміром успішного розвитку націй, відповіддю на запит глобальних трендів: забезпечення продовольчої стабільності, вирішення питань щодо здоров'я людини, розвитку людського потенціалу, побудови екологічно сприятливого простору існування сучасної людини. Остання позиція розкриває перед нами актуальність поєднання впровадження високих технологій із забезпеченням духовно-інтелектуального підґрунтя цих процесів. Успіх трансформації залежить від належного дотримання гуманітарних складових, врахування зміни самої людини, способу усвідомлення себе у світі та своєї життєдіяльності. Не лише зовнішні зміни умов життя, а й соціоекономічні, соціополітичні, соціокультурні проблеми набувають важливого значення.

Мова йдеться про зміни мотивів діяльності, значення має не стільки рівень, скільки якість життя. Умови самореалізації особи, соціальний статус, що визначається значно суб'єктивними факторами розвитку людини, а не рівнем доходів, реалізація вільного часу та дозвілля набувають ціннісного значення. Прагнення до рівності, соціальної справедливості, до гарантування державою рівних можливостей для усіх громадян є складовими стратегії інформаційного розвитку. Це становить фактор набуття суспільством внутрішньої консолідації, підґрунтя відсутності спротиву інформаційній експансії, є запорукою збереження унікальності ідентичності національної спільноти. В інформаційну епоху знання та інформація набу-

вають значення ведучих сил продуктивності та влади, в умовах настання чергового етапу, пов'язаного із використанням штучного інтелекту, висока спроможність опрацьовувати та інтерпретувати великі обсяги інформації стає пріоритетним виміром розвитку. Знання та інформація не лише виступають як безпосередні виробничі сили, вони стають базою для становлення нових соціальних груп, визначають стрижень влади в інформаційну епоху тому, що висока спроможність продукувати та контролювати ціннісні смисли та культурні коди суспільства тепер стає найважливішою характеристикою влади.

Високий інтелектуальний потенціал як окремої людини, так і сучасних націй у цілому, який дозволяє засвоювати, виробляти, використовувати, інтерпретувати та продукувати нове знання та інформацію, за таких умов набуває стратегічного значення як для планування окремого людського життя, так і задля конкурентоспроможності суспільств у сучасному світі. Лідерство на індивідуальному та суспільному рівнях ґрунтується на високій спроможності створювати нові знання, успіх, у свою чергу, базується на здібностях і талантах. Ключовими чинниками успіху на новому етапі розвитку є освіта, інтелектуальні здібності, знання, загалом, рівень культурно-духовного розвитку. Все це неможливо отримати швидко та легко за гроші, тим більш із метою оцінки та критичного осмислення знань та інформації, що потребують швидкого опрацювання. Поширення технологій штучного інтелекту створює, на нашу думку, лише ілюзію надможливостей цього чергового дива інформаційної революції. Впровадження цих технологій навпаки висуває високі вимоги до самої людини, передбачає, що поєднання техніко-технологічних можливостей буде корелюватися із відповідним розвитком та вдосконаленням самої людини, яка лише і зможе адекватно використовувати ці можливості задля блага людства, долати виклики небезпек та наповнювати гуманістичними смислами плоди технологічних досягнень.

Нові ресурси мають такі риси, як рідкість, належність суб'єкту, який створює їх, навіть факт передавання, обміну визначеними ресурсами потребує відповідних навичок, знань у тих, хто їх отримує у процесі передачі. Ефективний шлях до розвитку інтелектуального потенціалу як окремих індивідів, так і націй – освіта, демократичний характер суспільства, забезпечення матеріального добробуту населення та просування у напрямку формування суспільства, що є екологічним у системному вимірі, тобто передбачає належні соціальні та культурно-духовні умови життя для людини.

Відставання суспільної свідомості, а також форм соціальної організації створює умови для недемократичного та загрозливого для людства використання досягнень інформаційно-технологічного характеру. Сьогодні зрозумілим є той факт, що самодостатнього розвитку технологій недостатньо для прогресу людства. Це важливе підґрунтя, але ж зміни самої людини, її свідомості, добору ціннісних смислів, мотивів діяльності, характеру взаємодії із іншими людьми мають істотне значення. Відкритість соціального простору, демократичність, ствердження свободи особистості, як виявляє історія та практика, мають діалектичний зв'язок із техніко-технологічним розвитком. Для конкурентоспроможного, якісного розвитку сільського господарства, означені тренди сучасного світу мають пріоритетне значення.

**SMART CITY: ТЕХНОЛОГІЇ, ЩО ЗМІНЮЮТЬ МІСТА**

Бобонець Єлизавета Станіславівна,  
здобувачка III курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти,  
спеціальності 281 «Публічне управління та адміністрування»

Науковий керівник: БОЖИДАЙ Ірина Ігорівна,  
канд. екон. наук, доцент,  
доцент кафедри менеджменту, бізнесу і адміністрування  
(ДТБУ, м. Харків, Україна).

*The paper examines the role of digitalization of society, which poses new challenges for cities, including sustainable resource management, improving the quality of life of residents, and ensuring environmental safety.*

Сьогодні цифровізація ставить перед містами нові виклики, зокрема стале управління ресурсами, покращення якості життя мешканців та забезпечення екологічної безпеки. Щоб подолати ці проблеми, багато міст у всьому світі впроваджують концепцію «розумних міст», у якій ключову роль відіграють цифрові інновації, хмарні технології та аналітика великих даних. У сучасному світі цифровізація є ключовою перевагою, що сприяє постійним змінам. Розумні міста ілюструють сучасну цифрову трансформацію, яка поєднує технологічні, економічні та соціальні елементи для створення ефективного та комфортного міського середовища. Вони використовують інноваційні рішення для покращення інфраструктури, оптимізації управлінських процесів і підвищення якості життя мешканців.

Однією з основних характеристик розумного міста є його здатність функціонувати як комплексна платформа цифрової трансформації, що охоплює всі аспекти міського життя — від транспортних і енергетичних систем до соціальних послуг та взаємодії громадян з органами влади. Розумне місто — це концепція міського середовища, яка використовує передові технології та інноваційні рішення для підвищення якості життя жителів, ефективного управління ресурсами та сталого розвитку. Ця концепція включає інтеграцію технологій Інтернету речей, великих даних, штучного інтелекту та інших цифрових технологій для створення ефективною взаємодії між містом, його інфраструктурою та громадянами [1].

На тлі масової цифровізації, території стали розглядатися як розумний цілісний організм, котрий надає комфортні умови життя і повну безпеку громадян [2]. А. Корнійченко зазначає, що smart-суспільство побудоване таким чином, що «розумна» робота, яка утворена «розумним» життям, державою і бізнесом, базується на «розумній» інфраструктурі і «розумних» громадянах, які відіграють центральну роль у створенні Smart-культури. В свою чергу, розвиток таких галузей, як Smart-транспорт, Smart-охорона здоров'я, Smart-енергетика, Smart-суспільство приведе до появи Smart-світу, детермінованого цифровими

технологіями [3].

Слід відзначити, що наразі відсутнє єдино визнане тлумачення поняття «розумне місто». Також існує підхід, який розглядає концепцію «розумного міста» з точки зору технологій та їх використання для вирішення питань урбанізації. На думку науковців Чукут С.А. та Дмитренка В.І. [4]. «розумне місто – це місто, де гармонійно поєднано інтереси громадян, бізнесу та влади завдяки використанню сучасних новітніх технологій та різноманітних розумних рішень задля вирішення нагальних проблем та оптимізації процесів муніципального управління», а «поняття «розумне урядування» – це процес вироблення та прийняття управлінських рішень за допомогою сучасних інформаційних і комунікаційних технологій, зокрема технологій Інтернет-речей, для об'єднання та інтеграції інформації, процесів, інститутів і місцевої інфраструктури для задоволення потреб громадян і бізнесу» До міст із розвинутою smart-інфраструктурою зазвичай відносять Барселону, Амстердам, Лондон та Нью-Йорк. В Україні до найбільш прогресивних "розумних" міст належать Київ, Львів, Харків і Одеса.

Згідно зі Стратегією розвитку міста Запоріжжя до 2028 року окреслено основні ключові напрями його трансформації:

1. Місто здорового довкілля та ресурсозбереження.
2. Місто підприємництва та креативної економіки.
3. Місто зручної, безпечної та інноваційної урбаністики.
4. Місто високої якості життя. Таким чином, у перспективі Запоріжжя розглядається як центр, що об'єднує чисті енергії, екологічну та креативну економіку.

У межах стратегічних напрямів місто ставить перед собою конкретні операційні цілі, особливо в екологічній сфері та ресурсозбереженні. Серед пріоритетів — збільшення частки переробки відходів, зменшення рівня забруднення повітря, а також скорочення обсягів споживання води промисловими підприємствами.

У рамках розвитку підприємництва та креативної економіки заплановано стимулювання переробних індустрій і логістики з мінімальним техногенним впливом. Передбачено впровадження екологічних технологій і скорочення викидів у довкілля [5]. Щодо креативної економіки, місто планує поступову комерціалізацію наукових досягнень, організацію артпроектів і фестивалів, розширення мережі коворкінгів і популяризацію IT-технологій.

Для підвищення якості життя жителів Запоріжжя в рамках розробленої Стратегії передбачено розвиток освітнього простору, системи охорони здоров'я, соціального захисту, а також впровадження електронних ресурсів для громадян.

Ці ресурси доступні на офіційному сайті Запорізької міської ради. Зокрема, у місті активно розвиваються електронні сервіси, спрямовані на підвищення



комфорту мешканців. У транспортній сфері вже функціонують сервіси «EasyWay» та «Waze». «EasyWay» дозволяє в режимі реального часу відстежувати пересування громадського транспорту на мапі міста, а також отримувати інформацію про час його прибуття на зупинку.

Онлайн-додаток Waze служить для моніторингу дорожньої ситуації, допомагаючи обрати оптимальний маршрут і дістатися до місця призначення швидше. Розвиток елементів «розумного міста» в Запоріжжі сприятиме прискоренню управлінських рішень, економії бюджетних коштів та підвищенню рівня надання інформаційних послуг як для мешканців міста, так і для підприємств.

Отже, концепція розумного міста спрямована на забезпечення ефективного функціонування сучасних технологій, враховуючи потреби їхніх мешканців. Стійкий розвиток таких міст повинен базуватися на гармонійному врахуванні економічних, соціальних та екологічних аспектів, відповідаючи потребам як теперішніх жителів, так і майбутніх поколінь.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Севастьянов Р. В. Актуальні проблеми розвитку «розумних міст» (Smart-City) // *Вісник Хмельницького національного університету*. Економічні науки. 2021. № 2. С. 1-2.
2. Панухник О., Курах О. Можливості імплементації міжнародних передових знань та досвіду у сталий розвиток «розумних» міст і територіальних громад України. Соціально- економічні проблеми і держава. 2023. *Вип. 2*
3. Бабаєв В. Ю., Дейкало С. О. (2024). Розвиток концепції розумного міста: публічно-управлінський аспект. *Управління розвитком територій*.
4. Чукут С.А. Дмитренко В. І. Смарт-сіті чи електронне місто: сучасні підходи до розуміння впровадження е-урядування на місцевому рівні. *Інвестиції: практика та досвід*. № 13. 2016
5. Севастьянов Р. В. Актуальні проблеми розвитку «розумних міст» (Smart-City) // *Вісник Хмельницького національного університету*. – 2021. – №2 (292). – С. 170–179. – DOI: 10.31891/2307-5740-2021-292-2-29.

## ПОЛІТИЧНІ КОНФЛІКТИВ ІНФОРМАЦІЙНУ ЕПОХУ: ВПЛИВ НА СУВЕРЕНІТЕТ ДЕРЖАВИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ

Бринза К. В., аспірант,

наук. кер. Комарова Т. Г. д. політ. н., доц.

Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

(м. Харків, Україна), [k.brynza@ukr.net](mailto:k.brynza@ukr.net); [t.komarova@karazin.ua](mailto:t.komarova@karazin.ua)

*The article is concerned with conception of political conflict in the information society. It is shown how globalization is changing the classic understanding of political conflict. Much attention is given to the features of «new» political conflict. It also focuses on how technology has influenced the emergence and development of political conflicts.*

У XXI сторіччі політичні конфлікти завдяки суспільному прогресу та під впливом багатьох факторів набувають нових характеристик. Причини цього полягають у трансформаціях як суспільства, так і влади. Слід зазначити, що швидкість та потужність змін на інформаційному етапі розвитку суспільства вражають у порівнянні із попередніми епохами. З середини ХХ століття, коли відбувається перехід від індустріального етапу розвитку до інформаційного, постіндустріального, і до сьогодні людство опанувало три принципові техніко-технологічні зміни: поява комп'ютерної (мікропроцесорної) технології, інтернету, а тепер штучного інтелекту. Кожна з цих новацій стала за суттю інформаційною революцією, які привносили принципово нові якості до розвитку людства. Ми можемо визначити кореляцію етапів глобального політичного розвитку та цих принципових техніко-технологічних змін. На нашу думку, по-перше, це формування глобальної якості світу у сучасному розумінні у середині ХХ століття. По-друге, просування у передових країнах світу технології інтернету, експлікація якої у публічному просторі відноситься до межі 80-90 років минулого століття та співпадає з радикальним, особливо щодо сфери політичних конфліктів, зсувом: падінням Радянського Союзу, завершенням холодної війни та розпадом біполярної системи світового порядку. І, нарешті, по-третє, останні роки характеризуються потужним розвитком та впровадженням у різні сфери суспільного життя технологій штучного інтелекту.

Мабуть, кожна критично мисляча людина із захватом спостерігає як відбувся на наших очах розпад крихкої рівноваги у сфері світового порядку. Символічно-знаковий характер мали трагічні події 11 вересня 2001 року у Сполучених Штатах. На нашу думку, це свідчило про настання епохи високої нестабільності, невизначеності, непередбачуваності, латентності у сфері глобальної політики. Події на межі 2008-2011 років, активізували напругу глобальної нестабільності, що стало проявом тієї якості сучасного світу про котру відомий філософ З. Бауман говорить як про «плинну сучасність», що впливає як на кож-

ну людину окремо, так і стає фактором розвитку, формування нової геополітичної реальності. З. Бауман визначає, що центрів сили, центрів влади багато і діють вони часто латентно, не скоординовано (Бауман, 2013). Слід додати, що конфліктність посилюється за рахунок протиріч між інтересами універсального (глобального) та партикулярного (локального, регіонального) характеру. Потужні традиційні світові актори такі як національно-територіальні держави опиняються перед викликами суверенітету з боку нових центрів впливу та влади, які пріоритетно представляють глобальні інтереси. Це обумовлено великою мірою тим, що кожен з визначених вище етапів техніко-технологічного розвитку сприяв формуванню нового виміру глобального простору та нової ідентичності, що формуються завдяки інформаційним потокам, комунікаціям, які існують у віртуальному просторі та не потребують суто територіального, «заземленого» вимірювання, та завдяки наявності добору ціннісних смислів, які легітимізують зміни.

Інформаційний етап розвитку характеризується тим, що знання, інформація, комунікації набувають особливого, ведучого значення у різних сферах життя. Сьогодні технології штучного інтелекту ще більшою мірою висувають на перший план спроможності інтерпретувати інформацію, породжувати нове знання, ефективно реалізовувати завдання критичного осмислення та контролю того, що продукується саме з боку людини задля дотримання людиною вимірного вектору розвитку, збереження необхідної рівноваги між технологіями та аксіологією діяльності людини. Раніше доступ до широкого спектру даних було значно важче отримати, сьогодні людина поринає у безмежні обсяги інформації, як результат інформаційний простір стає сильнішим із кожним днем. Це відкриває потужні шляхи для маніпуляцій та фальсифікацій, навіть, конструювання штучної реальності, що стосується як політичних конфліктів, так і повсякденного життя. Від надлишку інформації люди перестають «відділяти зерна від полов», критично осмислювати події та формувати уявлення про світ, які запобігають спотворенню реальності. Велику загрозу не лише індивідуальному існуванню, а й суспільній стабільності, державному суверенітету становлять процеси «карнавалізації», гламуризації політики і віртуалізації політичних конфліктів, тобто перехід від реальної дії у площину інтернету. Сучасний технологічний розвиток характеризується, на жаль, широким добором можливостей для живлення та відтворення різного роду «ідолів», які перекривають шлях для об'єктивного, наукового пізнання, про що попереджав ще на початку Нового часу видатний англійський філософ Ф. Бекон.

Серед причин, що підсилюють глобальну нестабільність слід зазначити що розрив між рівнями розвитку країн збільшується. Американський журналіст Томас Фрідман у своїй роботі «Плаский світ» називає нові технології «стероїдами», що пришвидшують усі процеси (і позитивні, і негативні), проте не кож-

на країна встигає за такими темпами розвитку, тож у зоні ризику опиняються певні культури, традиції, цінності (Фрідман, 2008).

Рівень життя людей дуже різниться в залежності від стану розвитку країни, у якій вона мешкає, тож дуже гостро постають питання соціальної нерівності, що призводить до різких спалахів екстремізму, націоналізму, релігійного фундаменталізму. Такі локальні сутички у інформаційну добу легко можуть перерости у конфлікт світового масштабу. Американський журналіст Томас Фрідман у своїй роботі «Плаский світ» називає нові технології «стероїдами», що пришвидшують усі процеси (і позитивні, і негативні), проте не кожна країна встигає за такими темпами розвитку, тож у зоні ризику опиняються певні культури, традиції, цінності. Політичні конфлікти в інформаційному суспільстві зазвичай набувають гібридного характеру. Важливою характеристикою такого стану є поєднання атак на державному та недержавному рівнях, зокрема важливим є психологічний вплив на супротивника. В рамках гібридних конфліктів популярними є тероризм, безконтактні операції, хаос та проксі війни.

Політичні конфлікти на сучасному етапі мають свою специфіку, великий потенціал для непередбачуваності, невизначеності та нестабільності. Це створює виклики як для державного суверенітету, індивідуального людського життя, так і для подальшого людино вимірного просування високотехнологічного розвитку. Сфера сільського господарства становить один з пріоритетів забезпечення національних інтересів та безпеки. Отже, означена проблематика є вельми важливою для прийняття політичних та управлінських рішень щодо сільського господарства.

Список літератури.

1. Бауман З. Плинні часи: життя в добу непевності / Зигмунт Бауман ; пер. з англ. А. Марчинського. — К. : Критика, 2013.
2. Фрідман Т. Світ плаский: Глобалізований світ у XXI столітті. — Харків: Акта, 2008.

## СОЦІАЛЬНІ ВПЛИВИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Тіхонова Л.А., к.філос.н., доцент, Гітіс М.Ю., здобувач вищої освіти факультету комп'ютерної інженерії Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

*The digital transformation of economic processes stimulates the reduction of production maintenance costs, reduces the irrational use of equipment, and reduces the costs of maintaining agricultural inventories.*

Початок XXI сторіччя охарактеризувався цифровою трансформацією світової економіки та системними змінами у всіх секторах суспільства. Інформаційні та цифрові технології в наш час стають центром розвитку глобального економічного простору. Вважається, що вони і далі будуть сприяти підвищенню ефективності та конкурентоспроможності економіки, а також появі новітніх конфігурацій взаємовідносин влади і бізнесу. В умовах глобалізації та цифровізації сучасного суспільства розвиток соціально-економічних систем різного рівня визначається ефективністю функціонування інформаційних структур. Послідовне впровадження інформаційних технологій у багатьох економіках зумовлює зростання ролі інформації як ключового фактора виробництва, який використовується при прийнятті управлінських рішень. Конкурентоспроможність аграрної економіки залежить від рівня її інформатизації.

Дослідники вважають, що цифрова трансформація економічних процесів стимулює скорочення затрат на обслуговування виробництва продукції, зменшує нераціональне використання обладнання та знижує затрати на збереження запасів сільськогосподарської продукції. Стратегічною метою розвитку сільгоспвиробництва європейських країн повинна стати цифрова трансформація виробничих відносин суб'єктів господарювання на підґрунті застосування інформаційно-комунікаційних технологій. Така трансформація має стати ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності галузі сільського господарства в умовах цифровізації світової та національної економіки. Цифровізація економічних процесів є новою детермінантою економічного зростання у сільському господарстві. Її дія спрямована на формування якісно нової конфігурації умов функціонування агробізнесу, аналітики та прогнозування. Послуги, що пов'язані із агропромисловим виробництвом стають усе більш різноманітними. Вони охоплюють різні сектори зайнятості населення, позитивно впливають на соціально-економічний розвиток аграрних територій. А також підвищують продовольче забезпечення населення країни.

Головною проблемою, що на сьогодні гальмує процес розвитку цифрового сільського господарства, є низькі темпи впровадження досягнень науково-технічного прогресу. Таке впровадження потребує значних структурних, виробничих та кадрових змін на рівні регіонів. Ситуація ускладнюється низьким ре-

сурсним потенціалом, великими ризиками та відсутністю будь-якої інвестиційної привабливості аграрного бізнесу.

Вирішення цієї проблеми лежить у площині державного інвестування. Позитивний ефект у соціальній та економічній сферах від впровадження інформаційних технологій може докорінним чином змінити ситуацію на ринках праці та у сфері залучення нових джерел фінансування. У різних регіонах нашої країни існує позитивний досвід реалізації проектного підходу до цифрової трансформації сільськогосподарського виробництва. Цей підхід потребує постійної координації зусиль органів влади, бізнесу та населення. Найдорожчим етапом у процесі цифровізації є збирання інформації. Щоб організувати дієву систему управління необхідний доступ до різних масивів даних: як державних так і приватних.

Розумне використання цифрових технологій є підґрунтям сталого розвитку та захисту довкілля сучасної України. Агропромисловий сектор України, використовуючи цифрові інструменти може оптимізувати використання природних ресурсів, що у свою чергу, може знизити негативний вплив на навколишнє середовище та сприяти сталому розвитку сільського господарства. Цифрова трансформація сільського господарства України є втіленням наукової парадигми, що поєднує сучасні інформаційні технології та сільське господарство для підвищення продуктивності, якості продукції та посилення можливостей управління[1]. Сільське господарство України демонструє позитивну динаміку, але є і суттєві недоліки. Робітники сільгосппідприємств потребують простих та зрозумілих нововведень. Крім того, ім. необхідна сталість. Виробникам важливо, щоб система працювала стабільно і не потребувала складного налагоджування та обслуговування.

Список використаної літератури:

1. Негрей М.В., Клименко Н.А. Цифрова трансформація сільського господарства: аналіз агротехнологічного ландшафту України // Агросвіт, №5, 2024.-с.61-69. DOI: 10.32702/2306-6792.2024.5.61

2. Деркач, О. Д., Михайліченко, Є. М., Макаренко, Д. О. (2021). Цифрове сільське господарство: досвід України. International scientific congress "Agricultural machinery". Випуск 1/8. Червень 2021, 35—39.

3. Герасимів З.М. Проблемні аспекти розвитку сільського господарства //Економіка і суспільство.-№9.-2017.-с. 162-165.

## СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ: ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ У СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ

Тіхонова Л.А., к.філос.н., доцент,

Дмитріченко А.С., здобувач вищої освіти факультету комп'ютерної інженерії  
Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

*The current situation requires the development of strategic directions for the development of rural areas, which are a determining factor aimed at future results.*

Розвиток інформаційного суспільства викликає не тільки позитивні наслідки, а й певні проблеми. У розвитку сучасного села спостерігаються такі тенденції як поглиблення економічних, соціальних, екологічних та демографічних диспропорцій. Новий інформаційний етап розвитку сучасного суспільства сприяв появі нових соціально-економічних кризових явищ. Таких, як загроза продовольчій безпеці, деградація екологічної стійкості, зниження платоспроможного попиту населення і т.д.

Сільське господарство України забезпечує більше 10% валового продукту країни, а на сільських територіях проживає третина населення. Україна має усі передумови розвитку сільського господарства і сільських територій: третина світових запасів чорноземів, сприятливі агрокліматичні умови, трудові ресурси. Але українські аграрії суттєво відстають від своїх європейських колег за головними показниками сільськогосподарського виробництва. У багатьох країнах сільське господарство є дотаційним. На даний момент економіка України знаходиться у кризовому стані. Сільськогосподарська продукція українських виробників не завжди конкурентоспроможна та адаптована до європейських вимог.

Соціально-економічна ситуація у сільському господарстві України залежить від розвитку галузей, що спрямовані на формування засобів виробництва для сільського господарства та одночасно орієнтовані на переробку сільгосппродукції.

На даний час необхідно розвивати інфраструктуру процесів агропромислового виробництва. Щоб здійснити модернізацію сільського господарства та розвитку сільських територій необхідно створити систему нормативно-правового регулювання земельних відносин для підвищення інвестиційної привабливості галузі.

Необхідно розвивати інфраструктуру, що буде сприяти виходу сільських виробників за межі сільських територій. А також державна політика має бути

відкритою та прозорою, щоб аграрії мали доступ до інформації про державну допомогу.

Отже, сучасна ситуація потребує розробки стратегічних напрямків розвитку сільських територій, які є визначальним чинником, спрямованим на результати у майбутньому. Потрібно враховувати, що сільські території істотно відрізняються між собою і вимагають індивідуального підходу.

Соціальну першооснову сільських територій складає і сільське населення і люди, що проживають поза межами, але беруть участь у їх соціально-економічному розвитку. Пріоритетом стратегічного розвитку соціально-економічного потенціалу сільської території повинні бути інтереси її соціуму. Останнім часом спостерігається зниження та деградація сільського капіталу, що, у свою чергу, потребує певних умов для його зміцнення та підтримання. Збільшення сільського капіталу сприяє зростанню соціальних осередків сільських територій. Стратегія розвитку сільських територій повинна бути комплексною, має передбачати кінцеву мету розвитку сільської території, етапи, засоби та терміни її досягнення.

Важливою складовою стратегічного розвитку сільських територій потрібно зробити різноманітність соціальної та виробничої сфер. Існує певний перелік явищ і процесів у розвитку соціально-економічного потенціалу сільських територій, які загрожують сталому розвитку. І сучасна держава повинна їм протидіяти шляхом планування, аналізу та контролю. Щоб оцінити недоліки і переваги розвитку сільських територій потрібно розробляти довгострокові регіональні програми, які зможуть координувати усіх можливих виконавців.

Список використаних джерел:

1. Важинський Ф.А. Концептуальні засади розвитку соціально-економічного потенціалу сільських територій// Вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.3.-с.237-243.
2. В.І. Мельник, О.А. Романащенко, І.О. Романащенко Проблеми та перспективи вдосконалення політики екологічної безпеки в Україні //Інженерія природокористування, 2019, №2(12), с. 126 – 131.



## ФОРМУВАННЯ СОЦІАЛЬНО ВІДПОВІДАЛЬНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДІЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Скачко А.В., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article examines social responsibility as a component of modern management, which includes interaction with employees, communities and the natural environment. The importance of ethical approaches, environmentally sound decisions and participation of managers in socially significant initiatives as factors of trust and quality of organisational interaction is substantiated.*

Соціальна відповідальність у системі сучасного управління посідає особливе місце як чинник формування довіри, посилення взаємодії із зацікавленими сторонами та гармонізації відносин між організацією та суспільством. У XXI столітті дедалі більшого значення набуває не лише досягнення виробничо-економічних результатів, а й здатність суб'єкта господарювання реалізовувати політику, спрямовану на врахування потреб внутрішнього та зовнішнього середовища. Такий підхід передбачає поєднання етичних норм, екологічної орієнтації та гуманістичних цінностей у процесі управлінської діяльності.

Система управління, що ґрунтується на соціально відповідальному підході, передбачає активне реагування на потреби працівників, спільнот, партнерів та споживачів. Розширення функцій управлінця в бік соціального посередництва сприяє переходу від традиційного адміністративного контролю до формування культури підтримки, взаємодопомоги та ініціативності [3]. Практики, що демонструють чітку орієнтацію на людину, зокрема належні умови праці, справедливу винагороду, підтримку освіти та охорони здоров'я, виступають критерієм реальної відповідальності.

Особливої уваги заслуговує екологічна складова соціально відповідального управління. Зменшення використання ресурсів, перехід на альтернативні джерела енергії, відмова від шкідливих технологій та мінімізація впливу на довкілля демонструють готовність організацій узгоджувати виробничі інтереси з довгостроковим благом територій і населення. Ефективні екологічні рішення нерідко стають джерелом інновацій, змінюють модель операційної діяльності й формують новий стандарт виробничої культури.

Соціальні ініціативи в межах відповідального підходу реалізуються як у внутрішньому, так і в зовнішньому контексті. У межах організації це проявляється у забезпеченні гідних умов праці, професійному розвитку, створенні систем підтримки персоналу в критичних ситуаціях [1-3]. У зовнішньому контурі - у партнерстві з громадами, участі у суспільно важливих проектах, розвитку освітніх та медичних програм. Значущість такої діяльності

полягає в її кумулятивному ефекті - зростає довіра до суб'єкта господарювання як носія позитивних соціальних змін.

Важливою складовою є етична регуляція управлінських рішень. Йдеться про дотримання норм ділової етики, рівність можливостей для всіх учасників трудового процесу, відповідальне ставлення до споживача, підтримку відкритої комунікації. Таке середовище сприяє зміцненню колективного потенціалу, зменшенню напруги у взаємодії та формуванню стабільних трудових відносин.

Окреме місце займає соціальна роль управлінця. Від керівника очікується не лише раціональне прийняття рішень, а й уміння бути носієм цінностей, формувати довіру серед працівників і представників зовнішнього середовища. Через приклад власної поведінки, участь у суспільних ініціативах, підтримку новаторських підходів управлінець визначає домінанти організаційної культури.

Таким чином, соціальна відповідальність у сучасному управлінні постає не лише як концептуальний підхід, а як багатовимірна система взаємодії, що поєднує гуманістичні орієнтири, екологічну усвідомленість та ефективну організацію трудового процесу. Її запровадження передбачає поступове формування нової управлінської парадигми, що дозволяє не лише забезпечувати функціонування підприємств, а й виконувати роль активного учасника позитивних трансформацій у соціальному просторі.

#### Список літератури

1. Заїка С.О., Скачко А.В. Соціальна відповідальність як чинник сталого розвитку суспільства. *Сучасні стратегії сталого розвитку держави та суспільства: наукові горизонти та перспективи: збірник матеріалів II-ї науково-практичної конференції за міжнародною участю / за наук. ред. О.В. Чепелюк, В.Д. Філіппової, В.М. Демченка*. Хмельницький: ХНТУ, 2025. Том 1. С. 197-200. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15041415>. [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/64334/1/S\\_SUCHASNI\\_STRATEGII\\_STALOGO\\_ROZVYTKU\\_25-197-200.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/64334/1/S_SUCHASNI_STRATEGII_STALOGO_ROZVYTKU_25-197-200.pdf).

2. Ситник Й.С., Юрченко Г.М. Актуалізація концепції корпоративної соціальної відповідальності в моделі економічного розвитку України. *Економіка та суспільство*. 2021. Випуск № 24. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/189/181/>.

3. Храпкіна В.В., Тиран О.В. Розвиток корпоративної соціальної відповідальності у діяльності сучасної української компанії. *Держава та регіони, серія: Економіка та підприємництво*. 2022. № 2 (125). С. 119-124.

УДК 378.091.5:51

**МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ «ВИЩА МАТЕМАТИКА»**

**Ружи́ло М.Я.**, старший викладач кафедри вищої та прикладної математики, Національний університет біоресурсів і природокористування України, місто Київ, [ruzhilo@nubip.edu.ua](mailto:ruzhilo@nubip.edu.ua).

**Шорохова М.О.**, студентка 1 курсу факультету конструювання та дизайну, Національний університет біоресурсів і природокористування України, місто Київ, [m.shorokhova@nubip.edu.ua](mailto:m.shorokhova@nubip.edu.ua).

*The content of the term “educational and cognitive activity” of higher education students in modern conditions is revealed. The importance of the use of the educational and information portal of NUBiP of Ukraine - the ELEARN platform - in the training of engineering personnel is emphasized.*

Основна мета вищої школи – це якісна підготовка конкурентоспроможного фахівця, тому що, якісна освіта є запорукою майбутнього країни, важливою складовою її національної ідентичності та державного добробуту, особливо в реаліях сьогодення.

Організація навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти є однією з актуальних проблем сучасної педагогічної теорії та практики вищої школи і вимагає певної уваги щодо її окремих аспектів для ефективного впровадження в навчальний процес.

Оскільки математика належить до фундаментальних дисциплін і забезпечує основу теоретичної підготовки, необхідної для сприйняття загальноосвітніх і спеціальних дисциплін, то вища освіта сьогодні неможлива без вдосконалення математичної підготовки майбутніх випускників закладів вищої освіти. На вимогу сьогодення важливою складовою професійної діяльності сучасного спеціаліста є вміння використання апарату математичного моделювання, кількісних методів дослідження, сучасних обчислювальних засобів, тощо. Саме тому опанування основними математичними методами, зокрема і методами прикладної математики, дозволить майбутньому фахівцю правильно розпізнавати і використовувати загальні закономірності, яким підлягають масові випадкові події при плануванні і організації виробництва, для обробки результатів виробничих досліджень чи в статистичних аналізах.

У термін «навчально-пізнавальна діяльність» здобувача вищої освіти в умовах нашого сьогодення (а саме, при періодичних зривах аудиторних занять через повітряні тривоги), вкладається доволі широкий зміст – це не лише аудиторні заняття з викладачем, а можливо за потреби і дистанційні заняття з викладачем, і самостійне вивчення теоретичного матеріалу, самостійне розв’язування задач чи реферування наукової і навчально-методичної літератури.

Вагомою допомогою для навчально-пізнавальної діяльності, особливо для самостійної роботи, здобувача вищої освіти є навчально-інформаційний портал

НУБіП України - платформа ELEARN, на якій розміщено 45 електронних навчальних курсів з вищої та прикладної математики для різних спеціальностей. Даний ресурс є дуже гарною підтримкою як для очної форми навчання, так і для дистанційної, оскільки певна частина здобувачів вищої освіти не має змоги відвідувати аудиторні заняття з тих чи інших причин. Зміст ЕНК для конкретної спеціальності визначається робочою навчальною програмою дисципліни і навчально-методичними матеріалами по цій дисципліні. Курси з вищої та прикладної математики наповнені завданнями для аудиторних робіт, для домашніх робіт, а також індивідуальними завданнями та тестами для перевірки рівня отриманих знань по кожній темі, по модулю та загалом по курсу. Головна перевага ЕНК полягає в тому, що здобувач вищої освіти має доступ до навчальних матеріалів будь-де та будь-коли, лиш би було бажання навчатись та розвиватись при опануванні певної дисципліни. І дуже важливо, що в процесі самоосвіти у студентів виховується наполегливість, увага, витримка та інші позитивні якості характеру .

Важливою складовою навчально-пізнавального процесу є оцінювання знань, вмінь та навиків студентів у вивченні дисципліни . Особливо у розрізі модульно-рейтингової системи навчання, що використовується в НУБіП України, оцінки чи бали для здобувачів вищої освіти є важливим стимулом до навчання, що змушує їх до систематичної роботи, до прагнення якнайкращого виконання завдань, з метою отримання вищих балів. Оцінювання знань студентів важливе також і для викладача, бо дає можливість краще здійснювати індивідуальний підхід до студентів при вивченні тих чи інших тем, а також своєчасно проводити відповідні заходи для підвищення успішності студентів.

Основна мета навчально-пізнавального процесу, зокрема, і при вивченні вищої математики – це отримання знань, вмінь та навичок необхідних для подальшого навчання, адже разом з тим майбутні інженери виховуватимуть у собі такі якості як системність, діловитість, зосередженість на проблемі чи питанні, без чого не обійтись в професійній діяльності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бевз Г.П. Методика викладання математики: Навч. Посібник. – К. : Вища школа., 1989. – 367 с.
2. Бродіс В.М. Методика викладання математики: - К. : Вища школа., 1954. – 288 с.
3. Власенко О.І. Методика викладання математики: - К. : Вища школа., 1974. – 398 с.

### СЕКЦІЯ 13. КОМЕРЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

#### OPTIMISATION OF PRODUCTION PROCESSES IN REAR BRAKE LIGHT PRODUCTION

Korenko Maroš – professor, Kazán Luboš<sup>1</sup> - PhD student Sany Jozef Samuel<sup>1</sup> - engineering student, Režo Marek<sup>2</sup> - student of DSA secondary school

<sup>1</sup>Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, Slovakia

<sup>2</sup> Private secondary vocational school polytechnic DSA, Nitra, Slovakia

*В статті показано важливість і використання оптимізації виробничих процесів, а також їх впровадження у процеси виробничої організації.*

We will focus on the characteristics and possibilities of optimization, mainly for organizations involved in automotive manufacturing, but also for other sectors of the engineering industry.

For the objectives of the practical level, resources available from practice in a manufacturing organization focused on the production of automotive parts were chosen. The manufacturing organisation was willing to provide the necessary supporting documents to carry out the optimisation procedure.

The production of brake lights in a manufacturing organization focused on the production of automotive parts and PCBs is carried out in a workplace divided into several parts. Production starts with the insertion of the PCB containing the LED lights and other components needed for its operation into the packaging, which forms the lower part of the light housing and is moulded into the required shape.

As said, manufacturing is the process by which raw material is turned into a component or product of the desired shape and function [1].

Various factors need to be considered when optimizing manufacturing operations. After mapping the existing manufacturing processes, some failures in the production floor are often manifested. These include long production or lead times, excessive inventory, and lack of flexibility in order placement. In this paper discuss possible ways to optimize the manufacturing process[2]. They all may have had different procedures or ideas, but they all agreed that in optimization, an increase in economic efficiency is needed. Added to the benefits of production optimization that the main time benefits include the reduction of lead times and the reduction of production time, the financial benefits include the saving of working hours and the organizational benefits include the copper human benefits[3].

**References:**1. RONAN, Ye. 2023. What is Manufacturing: Definition, Process, Types & Applications [online]. 2023. Dostupné na: <https://www.3erp.com/blog/manufacturing>.

2.PRECOGNIZE A SAMSON COMPANY . 2022. What is process optimization ? [online]. ©2022. Dostupné na: <https://www.precog.co/glossary/process-optimization>.

3.HALONEN, Antti. 2024. What is production optimization and what can it achieve? [online]. ©2024. Dostupné na : <https://blog.pinja.com/en/what-is-production-optimization-and-what-can-it-achieve>.

**РОЗРАХУНОК ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ПОЛІЦЕЙСЬКОГО**

Велієва В.О., к.е.н., доцент; Богуш А.В., Мельник В.І., курсанти  
(ХНУВС, м. Харків, Україна)

**Abstract**

*The salary of a police officer in Ukraine is determined in accordance with regulatory legal acts and depends on a number of factors, including official salary, salary for a special rank, seniority bonuses, conditions of service, bonuses and additional payments, which may vary depending on the region of work and the influence of martial law.*

Заробітна плата поліцейського в Україні визначається відповідно до нормативно-правових актів і залежить від ряду чинників, серед яких посадовий оклад, оклад за спеціальне звання, надбавки за вислугу років, умови служби, премії та додаткові виплати, що можуть змінюватися залежно від регіону роботи та впливу військового стану. Умови нарахування грошового забезпечення регулюються Постановою Кабінету Міністрів України № 988 від 11 листопада 2015 року «Про грошове забезпечення поліцейських Національної поліції»[1], а також наказами Міністерства внутрішніх справ України.

Основними складовими заробітної плати поліцейського є посадовий оклад, оклад за спеціальне звання, а також надбавки та доплати. Посадовий оклад залежить від займаної посади та визначається нормативними актами. Наприклад, посадовий оклад молодшого складу поліції є нижчим, ніж у офіцерського складу. Додатково, поліцейські отримують оклад за спеціальне звання, яке нараховується відповідно до присвоєного звання: для лейтенанта – одна сума, для капітана – інша, і так далі.

Надбавка за вислугу років є одним із ключових елементів, які впливають на розмір зарплати. Вона починає діяти після п'яти років служби і збільшується пропорційно до тривалості служби: понад 5 років – 10%, понад 10 років – 20%, понад 15 років – 30%, понад 20 років – 40%, понад 25 років – 50%. Таким чином, чим довший стаж поліцейського, тим вищу заробітну плату він отримує.

Ще одним важливим фактором є надбавка за особливі умови служби, яка враховує складність та ризики роботи в поліції. Вона може складати від 10% до 50% від посадового окладу залежно від підрозділу, в якому працює поліцейський, та рівня небезпеки його роботи. Наприклад, працівники підрозділів, які займаються боротьбою з організованою злочинністю, отримують вищі надбавки, ніж звичайні патрульні.

Також існує надбавка за роботу в умовах режимних обмежень, яка призначена для тих поліцейських, що виконують свої обов'язки в особливо напружених або спеціальних умовах, таких як оперативна робота, служба у спецпідрозділах тощо. Вона може становити до 30% від основної зарплати.

Окремо варто зазначити премії та одноразові виплати, які нараховуються за особливі досягнення в роботі, виконання складних завдань або участь у важливих спецопераціях. Такі премії можуть значно збільшити кінцевий розмір заробітної плати, але їх розмір і порядок виплати залежать від внутрішніх положень Національної поліції.

Важливим чинником, що впливає на розмір заробітної плати, є регіон роботи поліцейського. Відповідно до Наказу МВС № 38 від 26.01.2023 року «Про затвердження Змін до Порядку і умов виплати додаткової винагороди поліцейським на період дії воєнного стану», який вніс зміни до Наказу МВС № 775 від 28.11.2022 року «Про затвердження Порядку та умов виплати поліцейським додаткової винагороди, одноразової винагороди на період воєнного стану та особливості виплати винагороди за особливості проходження служби (навчання) під час воєнного стану (особливого періоду)», на час дії воєнного стану поліцейські мають право на додаткову винагороду, розмір якої залежить від місця несення служби та рівня залучення до бойових дій [3]. Поліцейським, які не входять до визначених категорій, виплачуються до 10 000 гривень на місяць, причому тим, хто виконує обов'язки в районах завдання ракетних ударів або атак безпілотників, цей розмір підвищується до 30 000 гривень, пропорційно відпрацьованому часу. Для тих, хто проходить службу в Харківській, Донецькій, Луганській, Запорізькій, Херсонській областях, а також окремих районах і громадах Дніпропетровської, Миколаївської, Чернігівської та Сумської областей, винагорода може досягати 30 000 гривень на місяць. Найвищий розмір виплат, до 100 000 гривень, передбачений для поліцейських, які не лише перебувають у зазначених зонах, а й безпосередньо беруть участь у бойових діях або забезпечують національну безпеку та оборону, стримуючи збройну агресію. Це стосується правоохоронців, що діють у районах ведення бойових дій, на тимчасово окупованих територіях чи між позиціями українських сил оборони та військ держави-агресора.[2] Розмір виплати в кожному випадку визначається пропорційно до фактичного часу участі в бойових діях чи інших заходах оборонного характеру.

Таким чином, заробітна плата поліцейського залежить від багатьох факторів, серед яких головними є його посада, звання, стаж, регіон роботи та особливі умови служби. В умовах воєнного стану поліцейські можуть розраховувати на додаткові виплати, які покликані компенсувати підвищений рівень небезпеки та навантаження.

#### Список використаних джерел

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 11 листопада 2015 р. № 988 "Про грошове забезпечення поліцейських Національної поліції" URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2015-%D0%BF#Text>
2. Закон України «Про затвердження Порядку та умов виплати поліцейським додаткової винагороди, одноразової винагороди на період воєнного стану та особливості виплати винагороди за особливості проходження служби (навчання) під час воєнного стану (особливого періоду)» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1514-22#Text>

**КОРИСТУВАЧІ ОБЛІКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

Велієва В.О., к.е.н., доцент; Вітюк А.Ю., Дьякова П.В., курсанти  
(ХНУВС, м. Харків, Україна)

**Abstract**

*For modern enterprises, systems for assessing and analyzing the activities of the enterprise and its divisions are important. In these conditions, such an element as accounting occupies a special place in the management of economic activities. After all, accounting and analytical information should be useful, reflect data that can be used at different levels of enterprise management by internal users, and will also be important for external users of information regarding decision-making related to the enterprise.*

Для сучасних підприємств важливі системи оцінки й аналізу діяльності підприємства та підрозділів. У цих умовах особливе місце в управлінні господарською діяльністю займає такий елемент як бухгалтерський облік. Адже саме облікова та аналітична інформація повинна бути корисною, відображати дані, які можна використовувати на різних рівнях управління підприємством внутрішніми користувачами, а також буде важливою для зовнішніх користувачів інформації щодо прийняття рішень, які стосуються підприємства. Тобто, забезпечення якісною бухгалтерською інформацією осіб, які зацікавлені і потребують її.

Користувачів облікової інформації можна поділити на дві групи: внутрішні і зовнішні.

До внутрішніх користувачів належать: власники підприємств, управлінський персонал, робітники і службовці. Внутрішні користувачі задовольняють свої інформаційні потреби щодо ефективності роботи апарату управління, прибутковості організацій, прийняття управлінських і планових рішень, стабільності й прибутковості підприємства, збереження робочих місць, оплати праці та пенсійного забезпечення тощо.

До зовнішніх користувачів належать ті, які мають прямий фінансовий інтерес, не мають прямого фінансового інтересу і без фінансового інтересу.

До тих, які мають прямий фінансовий інтерес, належать ділові партнери підприємства на ринку (дійсні та потенційні) інвестори, постачальники, замовники, покупці, клієнти, банківські й небанківські кредитні установи, майбутні акціонери.

До тих, які не мають прямого фінансового інтересу, належать органи державного і міжнародного регулювання та контролю (органи податкової служби, органи державної статистики, органи державних і міжнародних цільових фондів, органи державних і міжнародних комісій і комітетів), учасники фондового і товарних ринків (брокери, дилери, депозитарії, кліринги).

До користувачів без фінансового інтересу належать аудиторські фірми, фінансові аналітики та радники, судові та арбітражні органи, громадські організації, профспілки.



Таблиця

## Особливості потреб видів користувачів

Види користувачів	Інформація і мета використання
Власники підприємства	Інформація для оцінки ефективності використання коштів, загального фінансового стану підприємства, рівня його розвитку.
Менеджери	Інформація про функціонування відповідних підрозділів, результати ефективності прийнятих рішень, розширення напрямків діяльності.
Працівники	Інформація про стабільність підприємства, його прибутковість, збереження робочих місць і оплати праці.
Інвестори	Інформація про фінансовий стан підприємства, рентабельність, результати діяльності, можливість отримання прибутку і доцільність вкладення коштів.
Постачальники	Інформація про платоспроможність, можливість надання кредиту і його сплата.
Покупці	Інформація про фінансовий стан підприємства, можливість отримання необхідних товарів і послуг
Банківські та інші кредитні установи	Фінансово-майновий стан підприємства, його платоспроможність, можливість надання кредитів, та їх повернення.
Органи Державної фіскальної служби України	Інформація про своєчасну і повну сплату податків.
Органи державної статистики	Збір і аналіз звітностей.
Профспілки	Фінансовий стан підприємства, переговори з питань праці.
Громадськість і громадські організації	Інформація про вплив підприємства на суспільство і навколишнє середовище, фінансування соціальних проектів.

Роль обліку полягає в ефективному вирішенні економічних завдань та визначається, насамперед, забезпеченням необхідною інформацією користувачів. Найважливішим джерелом такої інформації є дані обліку та, побудованої на їх основі, звітності.

## ДОКУМЕНТООБІГ ТА ЗБЕРІГАННЯ ДОКУМЕНТІВ

Велієва В.О., к.е.н., доцент; Демченко В.О., Стецюк Д.О., курсанти  
(ХНУВС, м. Харків, Україна)

*Abstract. Modern document management goes beyond traditional paper-based methods. It is based on the use of advanced technologies and compliance with strict standards, which will allow optimizing document flow routes, reducing processing time and minimizing duplication of functions, ensuring reliable protection of information from loss, damage or unauthorized access, and establishing clear control over all stages of document management, guaranteeing compliance with deadlines and high quality of work.*

Сутність документообігу полягає в тому, що він забезпечує рух документів в установі з моменту їх створення або отримання до моменту завершення їх виконання або розпорядження. Цей рух здійснюється за певними правилами, які встановлюються інструкціями з діловодства та іншими нормативними актами.

Документообіг – це складна система, що включає в себе різноманітні процеси, направлені на регулювання створення, обробки, зберігання та використання документів, що формуються під час роботи підприємства. Ця система є невід'ємною складовою управління підприємством і має за мету досягнення кількох ключових цілей. Він спрямований на підвищення ефективності роботи підприємства, що досягається шляхом оптимізації процесів обробки та зберігання документів, що дозволяє зменшити час, необхідний для виконання операцій, і знизити витрати на ці процеси. Завдяки документообігу відбувається покращення якості управлінських рішень, забезпечуючи доступ до необхідної інформації. Завдяки правильно організованому документообігу управлінці можуть оперативно отримувати потрібні дані для аналізу та прийняття рішень. Основний напрямок документообігу направлений на забезпечення захисту інформації від втрати, пошкодження або несанкціонованого доступу, що є дуже важливо для збереження конфіденційності та надійності даних підприємства, а також для виконання вимог щодо захисту персональних даних.

Суб'єктами документообігу є саме підприємство, його структурні підрозділи, посадові особи та фізичні особи, що мають ділові відносини з підприємством. Об'єктами документообігу є, звісно ж, самі документи, що використовуються в діяльності підприємства.

Сучасний документообіг виходить за межі традиційних паперових методів. Він ґрунтується на використанні передових технологій та відповідності сучасним стандартам, що дозволить оптимізувати маршрути руху документів, скорочуючи час їх обробки та мінімізуючи дублювання функцій, забезпечити надійний захист інформації від втрати, пошкодження або несанкціонованого доступу, встановити чіткий контроль над усіма етапами документообігу, гарантуючи дотримання термінів та високу якість роботи. Для цього на кожному підприємстві має бути графік документообігу, який повинен сприяти поліпшенню облікової роботи на підприємстві, посиленню контрольних функцій бухгалтерського обліку, підвищенню рівня автоматизації облікових робіт. За допомогою

графіка документообігу можна призначити відповідальних осіб за складання й передачу документів, а також встановити конкретні терміни з передачі первинних документів.

Альтернативний шлях вирішення проблеми полягає у спрощенні регламентованих процедур документообігу шляхом делегування всіх прав роботи з документами безпосереднім виконавцям. В даний час обмін документами між господарюючими суб'єктами поступово переходить з паперового на електронний. Система електронного документообігу має ряд переваг перед паперовим і може бути побудований як всередині підприємства, так і між різними підприємствами через мережу Інтернет. Ефективна система документообігу дає підприємству ряд істотних переваг, серед яких підвищення продуктивності праці та оптимізації процесів, зниження витрат на папір, канцелярські товари, поштові послуги та утримання персоналу, покращення комунікації та співпраці між різними підрозділами, підвищення прийняття рішень завдяки швидкому доступу до необхідної інформації, збільшення конкурентоспроможності на ринку завдяки кращому іміджу та надійності.

У березні місяці 2023 року, а саме 9 березня набрав чинності Наказ Міністерства фінансів від 28.12.2022 № 467, яким були внесені зміни до Положення про документальне забезпечення записів у бухгалтерському обліку, яким було відкориговано положення Міністерства фінансів №88 від 4.05.1995р. Відповідно до проведених коригувань відтепер первинними документами будуть вважатися документи які були створенні в паперовій або електронній формі, які містять відомості про господарські операції, дивлячись на які можна зробити відповідні бухгалтерські проведення, визначити сальдо. Таким чином накази, розпорядження вже не вважаються первинними документами.

Термін зберігання електронних документів на електронних носіях інформації повинен бути не меншим від строку, встановленого законодавством для відповідних документів на папері. Тобто не менше як 1095 днів (2555 днів – для документів та інформації, необхідної для здійснення податкового контролю за трансфертним ціноутворенням). Зазначені положення закріплені у пункті 44.3 Податкового кодексу України, а саме при зберіганні електронних документів потрібно дотримуватись таких вимог:

- 1) Інформація в електронних документах, повинна бути доступною для її подальшого використання;
- 2) Забезпечити можливість відновлення електронного документа у тому форматі, в якому його створили, відправили або одержали;
- 3) у разі наявності зберігайте інформацію, яка дає змогу встановити походження та призначення електронного документа, а також дату і час його відправлення чи одержання.

## «ЗЕЛЕНИЙ МАРКЕТИНГ» В ПІДВИЩЕННІ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ АГРОБІЗНЕСУ

Білоусько Т.Ю., к.е.н., доцент; Дикий А., студент 4 курсу  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The materials determine the relevance of introducing green marketing as a source of forming competitive advantages of an enterprise and a factor in increasing its competitiveness.*

Екологічні проблеми в світі стрімко зростають. Економічний розвиток країн, збільшення населення планети та зростання промисловості посилюють тиск на навколишнє середовище, інфраструктуру та природні ресурси країн. Саме зелений маркетинг повинен вносити кардинальні зміни в бізнес та сприяти зменшенню забруднення планети. Термін «зелений маркетинг» вперше з'явився наприкінці 1980-х і на початку 1990-х років через посилення екологічної стурбованості. Метою зеленого маркетингу є задоволення потреб людини із мінімальним шкідливим впливом на природне середовище.

Одним з головних факторів, що спонукає організації запроваджувати зелений маркетинг є соціальна відповідальність, яка успішно поєднується зі стратегіями бізнесу та формує конкурентні переваги [1].

До зелених продуктів відносять: продукти з натуральними компонентами; продукти, які підлягають переробці, багаторазовому використанню та біологічному розкладанню; продукти, які не тестуються (та не будуть тестуватися) на тваринах; продукти, що містять нетоксичні хімікати; продукти, які не шкодять і не забруднюють навколишнє середовище; товари в екологічно чистій упаковці.

Завданням зеленого маркетингу є підвищення обізнаності споживачів для здійснення ними вірного вибору. Організації повинні інформувати споживачів про переваги зеленого, екологічного бізнесу. Досвід свідчить про те, що споживачі готові платити більше, щоб зберегти чистіше та зеленіше довкілля [2]. В свою чергу, зростаюча зацікавленість споживачів продукцією під впливом зеленого маркетингу сприятиме прибутковості бізнесу та підвищенню конкурентоспроможності підприємств, що є важливим завданням для розвитку підприємств агробізнесу та повоєнному відновленню національної економіки в цілому.

Література:

1. Melinevskiy A., Koberniuk S., Bilousko T., Vasiuta V., Strochenko N. (2023) Digital marketing and its role in customer acquisition. *Economic Affairs*, Vol. 68, No. 04, pp. 2229-2238, December 2023 DOI: 10.46852/0424-2513.4.2023.31
2. Білоусько Т.Ю. Міжнародна торгівля як фактор підвищення глобальної конкурентоспроможності України. *Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки»*. 2018. № 2. С. 233–241.

## СУТНІСТЬ ТА ЕВОЛЮЦІЯ КРЕДИТНОЇ КООПЕРАЦІЇ

Хлопоніна-Гнатенко О.І., к.е.н., доцент; Логвіненко Є.В., аспірант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

### Abstract

*This article is devoted to revealing the essence and identifying the place and significance of credit cooperatives and unions in the development of the country's economy. In its essence, a modern credit union is a type of cooperative, namely a service cooperative; its organizational form in our country, due to the absence of cooperative ownership, is a non-profit organization created on cooperative principles.*

Аби зрозуміти суть кредитної кооперації, напрямки її еволюції впродовж століть, та визначити напрямок розвитку цього явища у майбутньому, потрібно дослідити процес її виникнення та подальшого розвитку.

Батьківщиною кооперативного руху традиційно вважається Західна Європа. Передумовою виникнення цього руху став економічний та соціальний прогрес у сільському господарстві. У XIX ст. процес виникнення сільських кооперативів, що засновувалися населенням, котре проживало у сільській місцевості, з власної ініціативи та задля власних інтересів, стимулювався потребою залучення дрібного та середнього селянства до системи ринкових відносин.

Підвищення товарності сільського господарства та збільшення виробництва продуктів харчування перебувало у прямій залежності від виробничого кредитування господарств. Зростанню потреби сільгоспвиробників у кредитах також сприяли перехід до інтенсивних систем господарювання (від зернового виробництва до тваринництва) та скорочення доходів від збуту продукції внаслідок зниження та відміни митних зборів на імпорт дешевого продовольства зі США, Канади, та інших держав. Селяни могли позичити кошти на виробничі потреби у заможного сусіда, але сільські багатії мали обмежений капітал та діяли ізольовано від міського фінансового ринку, що посилювало їх монопольне становище. Ця обставина сприяла пошуку такої форми кредитної установи, котра б знаходилась поряд з селянином та надавала відносно недорогі послуги. Так почала розвиватися кредитна кооперація.

Засновниками кредитної кооперації в Німеччині стали Г. Шульце та Ф.Райффайзен. Останній розробив та втілював на практиці ідею організації сільських кредитних кооперативів на основі певних принципів. Таких як:

- спільна необмежена відповідальність за зобов'язаннями кооперативу;
- видача позик тільки членам товариства і тільки на виробничі потреби;
- обмежена кількість позичальників;
- робота членів правління на громадських засадах;
- заборона участі в інших товариствах; прагнення здешевити позики [1].

Нормативною базою, що регулює діяльність вітчизняних кредитних пілок, є Закони України «Про кредитні спілки» та «Про фінансові послуги та державне регулювання ринків фінансових послуг», а також типовий статут кредитної спілки. Ці документи містять чимало суперечностей та потребують

додаткового опрацювання. Тому й поняття кредитної спілки у нас має свою специфіку.

За своєю суттю сучасна кредитна спілка є різновидом кооперативу, а саме обслуговуючим кооперативом; організаційною формою її може бути кредитний кооператив або громадська організація. За видом своєї діяльності кредитна спілка – це фінансова установа, що надає фінансові послуги своїм членам.

У різних країнах світу кредитні спілки мають свою специфіку. Проте економічна природа їх залишається кооперативною, а відтак, статус – неприбутковий, що й надало їм переваги над банківськими установами та забезпечило їм успішний конкурентний розвиток у більшості країн.

За своєю суттю кредитна спілка – це своєрідна форма фінансової кооперації, адже в її діяльності відображаються основні кооперативні засади; ці принципи можуть бути розширені специфічними для кредитних спілок: їхня діяльність, як вже було згадано, базується на цілком демократичних принципах, спрямованих на покращення соціально-економічного благополуччя її учасників.

Діяльність кредитної спілки базується на низці ключових принципів:

- добровільність вступу та виходу з кредитної спілки. Ніхто не змушується до вступу, а виключення з кредитної спілки можливе лише у випадку порушення її статуту учасником;
- рівність прав членів кредитної спілки. Кожен член має однакові права, зокрема при голосуванні на загальних зборах, незалежно від обсягу пайових та інших внесків;
- самоврядування;
- прозорість [2].

Отже в результаті дослідження було встановлено, що за своєю економічною сутністю сучасна кредитна спілка є різновидом кооперативу і організаційною формою кредитної кооперації, а саме обслуговуючим кооперативом; організаційною формою її в нашій країні через відсутність кооперативної власності є неприбуткова організація, що створена на кооперативних засадах. За видом своєї діяльності кредитна спілка є фінансовою установою, виключним видом діяльності якої є надання фінансових послуг її членам.

#### Список використаних джерел

1. Ковалів В.М. Кредитна кооперація в Україні: історичні аспекти становлення, важливість та сучасний стан функціонування /В.М. Ковалів, І.І. Грубінка // Вісник Волинського інституту економіки та менеджменту. – 2011. – №2. – С. 12-18.
2. Тахтай О. В. Кредитні спілки: історія виникнення та сучасний розвиток /Науковий вісник Національної академії внутрішніх справ, 2016., № 4 (101), С. 110-118.

## АСПЕКТИ ПАКУВАННЯ ЯК ЧИННИКА УСПІХУ ВПРОВАДЖЕННЯ НА РИНОК НОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Ломака С.М., магістрант, Видюк О.В., здобувачі вищої освіти

Науковий керівник – Сорокіна С.В., к.т.н., доцент

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*The article considers the essence of the process of packaging of agricultural goods. The existing types of packaging materials are analysed. A number of factors influencing the indicators of selection of packaging materials for specific products have been allocated.*

Сучасні тенденції розвитку світової економіки, вплив глобалізаційних процесів, соціальні, політичні та демографічні зміни в суспільстві сформували основні напрями еволюції пакувальної індустрії. Головний акцент робиться на скороченні використання матеріалів та енергоресурсів, а також на створенні оригінальних пакувальних рішень, які поєднують естетику та функціональність. Важливим фактором є вибір пакування, оскільки від нього залежить збереження продукції, донесення інформації про товар, його транспортування, а також зменшення рівня забруднення довкілля. Тому пріоритетом залишається вдосконалення пакування, щоб воно стало максимально зручним і ефективним для споживачів. Саме тому при виведенні нового продукту на ринок значну увагу приділяють і його пакуванню.

Важливим критерієм сучасного пакування є його екологічність, адже зростаючий рівень пластикових відходів спонукає компанії переходити на біорозкладні матеріали та вторинну сировину.

Не існує універсального пакувального матеріалу, що підходив би для всіх видів продукції. Одна й та сама властивість може бути як перевагою, так і недоліком залежно від упакованого товару. Наприклад, прозорість пакування дозволяє оцінити якість продукту візуально, однак для товарів, чутливих до світла, така характеристика небажана. Так само і газопроникність: для більшості продуктів вона має бути мінімальною, щоб запобігти окисленню та псуванню, але для свіжих овочів, фруктів та ягід необхідна циркуляція повітря для підтримання їхнього стану.

Останнє десятиліття відзначається жорсткою конкуренцією між традиційними пакувальними матеріалами (метал, скло, картон, папір, деревина, тканина) та сучасними видами упаковки на основі полімерних і комбінованих матеріалів. Вивчення світового досвіду у цій сфері показує, що кожен вид пакувального матеріалу має свою нішу, а їх оптимальне співвідношення змінюється під впливом різних чинників. Основними з них є ринкова кон'юнктура, економічна доцільність, екологічні аспекти, санітарно-гігієнічні вимоги та бар'єрні властивості.

Таким чином, широкий вибір пакувальних матеріалів та їх комбінацій дозволяє повністю відповідати вимогам різних груп товарів. Оптимальне поєднання характеристик матеріалів допомагає створити пакування, що максимально відповідає вимогам збереження, транспортування та безпеки конкретної продукції.

## УПРАВЛІНСЬКИЙ КОНСАЛТИНГ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ СУБ'ЄКТІВ АГРОБІЗНЕСУ

Хлопоніна-Гнатенко О.І., к.е.н., доцент; Маренич А.С., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

### Abstract

*The role and importance of management consulting for the agricultural sector are considered, the main areas of its application are identified and the development prospects are assessed. The specificity of the agricultural sector lies in its components: production, processing and marketing of agricultural products, which are accompanied by special requirements and challenges.*

Сучасні умови ведення агробізнесу в Україні характеризуються високою конкуренцією, змінами у законодавстві, кліматичними ризиками та необхідністю впровадження інновацій. У таких умовах управлінський консалтинг стає важливим інструментом підвищення ефективності діяльності аграрних підприємств.

Специфіка аграрного сектору полягає у його складових: виробництві, переробці та збуті сільськогосподарської продукції, що супроводжується особливими вимогами та викликами. В цьому ключі потрібно брати до уваги : сезонність (сільське господарство підпорядковується сезонним змінам, що впливає на виробництво і продаж продукції) та залежність від кліматичних умов. Управлінський консалтинг вимагає від консультантів глибоких знань у певних галузях, таких як фінанси, маркетинг, виробничі процеси тощо. Консультанти зазвичай мають досвід роботи в практичних сферах або мають спеціальні кваліфікації, що дозволяє їм пропонувати практичні рішення для компаній. В той же час кожна компанія має свої унікальні потреби і проблеми, тому розробляються індивідуальні рішення, які підходять для конкретного клієнта, враховуючи його особливості, структуру та бізнес-контекст. Це може бути як короткострокове проектне співробітництво, так і довгострокове партнерство.

Потрібно відмітити, що агробізнес охоплює безліч галузей — від рослинництва і тваринництва до агрономії та агротехнологій. Це потребує обізнаності у різних аспектах: від знання сучасних агротехнологій і методів обробки ґрунту до розуміння ринкових механізмів і фінансових аспектів сільського господарства.

Важливою складовою управлінського консалтингу є ґрунтовний аналіз існуючого стану бізнесу. Консультанти проводять аналіз фінансових показників, внутрішніх процесів, ринкових умов, конкурентного середовища та інших факторів. На основі цієї діагностики формуються рекомендації щодо подальших дій. В той же час не тільки розробляють стратегії, але й допомагають у їх впровадженні. Це може включати навчання співробітників, коригування бізнес-процесів, інтеграцію нових технологій або управління змінами в організації. Важливо, щоб рекомендації реалізувалися на практиці, а не залишалися тільки на папері.



Управлінський консалтинг може включати як одноразові консультації, так і довгострокові проекти, які передбачають постійну участь консультантів у діяльності підприємства. Це дозволяє реалізувати комплексні зміни і забезпечити стійкий розвиток. В процесі Консультанти допомагають організаціям оцінити ефективність впроваджених змін. Це може включати моніторинг показників продуктивності, фінансових результатів та загального стану бізнесу після реалізації рекомендацій.

Управлінський консалтинг – це комплекс експертних послуг, спрямованих на підвищення ефективності управління підприємством, оптимізацію бізнес-процесів та розробку стратегій розвитку.

Сучасний аграрний консалтинг активно використовує цифрові рішення:

- ✓ Big Data та аналітика для прогнозування врожайності
- ✓ ERP-системи для автоматизації бізнес-процесів
- ✓ Дрони та супутниковий моніторинг для контролю стану полів
- ✓ CRM-системи для управління взаємовідносинами з клієнтами

Якщо розглядати перспективи розвитку управлінського консалтингу в агробізнесі в сучасних умовах, то вони включають

- ✓ зростання попиту на екологічно чисте виробництво та консультації щодо “зеленого” фермерства;
- ✓ посилення ролі штучного інтелекту та автоматизації у прийнятті управлінських рішень;
- ✓ розвиток аутсорсингового консалтингу як альтернативи найму штатних експертів;
- ✓ збільшення державної підтримки консалтингових послуг у сфері агробізнесу.

Управлінський консалтинг є важливою складовою сучасного бізнес-середовища. Він надає підприємствам можливість покращити свою діяльність, впроваджувати інновації, підвищувати ефективність та досягати стратегічних цілей. Розуміння особливостей управлінського консалтингу допомагає організаціям ефективніше взаємодіяти з консультантами та максимально використовувати їхній потенціал для розвитку. В той же час управлінський консалтинг в агробізнесі вимагає комплексного підходу, знання специфіки галузі, ризиків та можливостей, з якими стикаються підприємства. Консультанти повинні бути готові адаптувати свої рішення під індивідуальні потреби клієнтів, враховуючи унікальні обставини та виклики, що стоять перед сільськогосподарськими підприємствами.

**БУХГАЛТЕРСЬКИЙ БАЛАНС, ЙОГО ЗМІСТ І БУДОВА**

Велієва В.О., к.е.н., доцент; (ХНУВС, м. Харків, Україна)

Мархайчук М.В., Бачинська В.В., курсанти

## Abstract

*The value of the balance sheet is incredibly important, because according to its charter, each enterprise is engaged in economic activity, using tangible (fixed and current assets) and intangible assets, as well as financial resources. To ensure effective management of the enterprise, it is necessary to regularly assess the availability, movement and use of these resources. It reflects in detail the structure of assets and liabilities, their origin and purpose, which allows you to analyze the financial condition of the enterprise and make informed management decisions.*

Бухгалтерський баланс — це форма бухгалтерської звітності, яка характеризує в узагальнених грошових показниках стан господарських засобів підприємства (активів) та джерел їх утворення (пасивів) на певну дату.

Бухгалтерський баланс будують у вигляді двосторонньої таблиці, яка складається з двох частин — активу і пасиву. В активі балансу відображають дані, які характеризують наявність, розміщення та стан майна, а в пасиві — показники, які характеризують джерела утворення цього майна і його цільове призначення.

Значення балансу є наймовірною важливим, адже згідно зі своїм статутом, кожне підприємство займається господарською діяльністю, використовуючи матеріальні (основні та оборотні засоби) та нематеріальні активи, а також фінансові ресурси. Для забезпечення ефективного управління підприємством необхідно регулярно оцінювати наявність, рух та використання цих ресурсів. Він детально відображає структуру активів і пасивів, їх походження та призначення, що дозволяє аналізувати фінансовий стан підприємства та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Структура бухгалтерського балансу підприємства, що рекомендована Національним положенням (стандартом) бухгалтерського обліку 1, є типовою. Актив балансу, який складається з трьох розділів:

I. Необоротні активи – де відображається вартість необоротних активів, а саме: нематеріальних активів, незавершених капітальних інвестицій, основних засобів, об'єктів інвестиційної нерухомості, довгострокових біологічних активів, довгострокових фінансових інвестицій, довгострокової дебіторської заборгованості, відстрочених податкових активів та інших необоротних активів. Цей розділ об'єднує найменш ліквідні активи.

II. Оборотні активи – де відображається вартість оборотних активів, до яких відносяться: запаси, поточні біологічні активи, дебіторська заборгованість як за товари, роботи, послуги, так і інша, поточні фінансові інвестиції, гроші та їх еквіваленти, витрати майбутніх періодів, інші оборотні активи. Цей розділ об'єднує середньо-та високоліквідні активи.

III. Необоротні активи, утримувані для продажу та групи вибуття – де відображається вартість необоротних активів та груп вибуття, утримуваних для продажу, що визначається відповідно до П(С)БО 27[5, с. 174].

Пасив балансу, який складається з п'ятьох розділів:

I. Власний капітал – де відображається інформація про власний капітал підприємства – зареєстрований (статутний і пайовий) капітал, капітал в дооцінках, додатковий і резервний капітал, нерозподілений прибуток (непокритий збиток), неоплачений та вилучений капітал.

II. Довгострокові зобов'язання та забезпечення – де відображаються зобов'язання, які будуть погашені протягом періоду, що перевищує операційний цикл підприємства або 12 місяців з дати балансу: відстрочені податкові зобов'язання, довгострокові кредити банків, інші довгострокові зобов'язання, довгострокові забезпечення та цільове фінансування.

III. Короткострокові зобов'язання та забезпечення – де відображаються зобов'язання, які будуть погашені протягом операційного циклу підприємства або 12 місяців з дати балансу: короткострокові кредити банків, поточна кредиторська заборгованість за довгостроковими зобов'язаннями, за товари, роботи, послуги, за розрахунками з бюджетом, зі страхування, з оплати праці, поточні забезпечення, доходи майбутніх періодів, інші поточні зобов'язання.

IV. Зобов'язання, пов'язані з необоротними активами, утримуваними для продажу та групами вибуття – де відображаються зобов'язання, що пов'язані з необоротними активами, утримуваними для продажу, та групами активів, що належать до вибуття в результаті операцій продажу.

У V розділі пасиву балансу "Доходи майбутніх періодів" відображаються доходи, які отримані протягом поточного або попередніх звітних періодів, які належать до наступних звітних періодів (одержані аванси за здані в оренду необоротні активи, одержана передплата на періодичні видання, виручка від продажу квитків транспортних і театральних-видовищних організацій, стягнута абонентна плата за користування засобами зв'язку тощо).

У бухгалтерському балансі всі господарські засоби підприємства та джерела їх формування об'єднані в економічно однорідні групи, які називають статтями балансу. Статті балансу мають загальну назву, окремий код і записуються окремими сумами. Статті бухгалтерського балансу поділяють на активні (ті, що розміщені в активі балансу) і пасивні (ті, що розміщені в пасиві балансу).

Загальні підсумки активу і пасиву балансу дорівнюють один одному. Це обов'язкова умова правильності його складання. Рівність підсумків активу і пасиву балансу зумовлена тим, що в обох його частинах відображені у вартісній оцінці одні й ті самі господарські засоби, які згруповані за різними ознаками: в активі за складом і розміщенням, а в пасиві - за джерелами їх формування. Кожна група господарських засобів, розміщених в активі, має відповідне джерело їх формування, відображене в пасиві балансу. Відсутність рівності підсумків активу і пасиву балансу свідчить про наявність помилок, допущених при його складанні.

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ СТРАТЕГІЧНОГО КОНТРОЛЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Хлопоніна-Гнатенко О.І., к.е.н., доцент; Онищенко А.В., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*To solve strategic problems, trading companies should use appropriate strategic control tools. Strategic control tools are used primarily to determine and improve the future development of the enterprise and reduce the impact of risks.*

Ринкові умови господарювання надають підприємствам можливості широкого спектра напрямів і сфер діяльності. Разом з тим, підвищуються вимоги до керівництва підприємства, оскільки результати діяльності знаходяться в безпосередньому взаємозв'язку з рівнем організації управління. Для досягнення якісного і гнучкого фінансового управління підприємством необхідно використовувати відповідні інструменти для здійснення аналізу його діяльності. Інструментарій стратегічного контролю є тією комплексною системою, яка забезпечує керівника відповідною інформацією про ситуацію на підприємстві [1].

Інструменти стратегічного контролю використовуються переважно для визначення та покращення майбутнього розвитку підприємства та зниження впливу ризиків. Враховуючи цей факт, керівництво підприємства має бути зацікавленим у розширенні та збереженні наявного потенціалу й успішному пошуку нових можливостей.

Для вирішення проблем стратегічного характеру підприємства торгівлі повинні використовувати відповідний інструментарій стратегічного контролю.

Як зазначалось, головною метою стратегічного контролю у діяльності підприємств є надання керівництву інформації про можливі пріоритетні напрями розвитку стратегії підприємства, що має забезпечити підтримку прийняття управлінських рішень. Процес нагромадження інформації проходить IV етапи. На кожному етапі нагромадження інформації повинні використовуватись окремі інструменти стратегічного контролю ( таблиця).

Таким чином, першим етапом при впровадженні стратегічного контролю в систему фінансового управління є стратегічний аналіз, на даному етапі підприємствам слід використовувати такі інструменти стратегічного контролю, як SWOT- аналіз; PEST- аналіз; СОФТ- аналіз. Переваги використання даних інструментів стратегічного контролю полягають у тому, що вони дають змогу: визначити які зовнішні та внутрішні фактори впливають на діяльність підприємства; оцінити ступінь впливу цих факторів; визначити конкурентні переваги підприємства торгівлі за місцем його розташування; визначення стратегічних пріоритетів в діяльності.

PEST – аналіз – це інструмент, призначений для виявлення політичних (Policy), економічних (Economy), соціальних (Society) і технологічних (Technology) аспектів зовнішнього середовища, які можуть вплинути на стратегію підприємства.

Проведення SWOT-аналізу дає змогу встановити зв'язки між найхарактернішими можливостями, загрозами, сильними (перевагами) і слабкими (недоліками) сторонами.

Таблиця

<b>Етапи нагромадження інформації (стратегічний контроль) у системі стратегічного управління підприємством</b>			
<i>Стратегічний аналіз</i>	<i>Стратегічний вибір</i>	<i>Реалізація стратегії</i>	<i>Оцінка</i>
<i>Функції контролю при розробці стратегії</i>			
Аналіз оточуючого середовища і ресурсного потенціалу підприємства	Формування місії; стратегічних цілей; стратегії; Оцінка стратегії.	Реалізація стратегії	Оцінка стратегії
Інструменти стратегічного контролю	Інструменти стратегічного контролю	Інструменти стратегічного контролю	Інструменти стратегічного контролю
SWOT- аналіз; PEST- аналіз; СОФТ- аналіз.	бенчмаркінг; матриця БКГ; схема Ісікави.	система раннього попередження і реагування; порівняння планових і фактичних	фінансовий аналіз; факторний аналіз відхилень

Другий етап нагромадження інформації у системи фінансового стратегічного управління – стратегічний вибір. На даному етапі стратегічного контролю підприємствам доцільно використовувати такі інструменти: бенчмаркінг, матриця БКГ.

Бенчмаркінг – це процес пошуку стандартного чи еталонного економічно ефективнішого підприємства-конкурента з метою порівняння з власним та переймання його найкращих методів роботи [2].

Побудова матриці Бостонської консалтингової групи (БКГ) дозволяє визначити стратегічну позицію за кожним стратегічним економічним елементом підприємства, тобто стратегічну позицію бізнесу і, на основі аналізу цієї позиції, вибрати правильну стратегію дій підприємства щодо виготовлення і реалізації продукції та оптимальну стратегію перерозподілу фінансових потоків між різними стратегічними економічними елементами. Отже, першочерговим завданням системи раннього попередження є своєчасне виявлення кризи на підприємстві, тобто ситуації безпосередньої чи непрямой загрози банкрутства. Водночас за допомогою такої системи виявляються додаткові шанси для суб'єкта господарювання.

Список використаних джерел:

1. Стратегічний розвиток підприємств регіону : фінансовий аспект : монографія / [В. В. Карцева, Н. С. Педченко, А. А. Фастовець та ін.] ; за заг. ред. В. В. Карцевої. – Полтава : РВВ ПУЕТ, 2011. – 171 с.
2. Кизенко О. О. Формування зон контролю в системі стратегічного контролінгу підприємства / Бізнесінформ, 2019, № 1, С. 396-402.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ БІОКЛАСТЕРІВ В УКРАЇНІ**

Білоусько Т.Ю., к.е.н., доцент; Соколов О., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The materials determine the relevance of the creation and functioning of bio-clusters as the basis for the innovative development of the agricultural sector of Ukraine in particular and the restoration of the national economy as a whole.*

Сьогодні одним із найважливіших пріоритетів державної політики України є перехід економіки на принципово новий шлях розвитку – інноваційний. У зв'язку з цим, безумовно, викликає інтерес розгляд кластерного механізму, орієнтованого на сприяння інноваційним процесам.

Кластери розглядаються як "точки зростання" національної економіки. Найбільші успіхи демонструють біокластери, які створюють інноваційну продукцію із довгостроковими конкурентними перевагами за рахунок використання наукових досліджень, а також готують висококваліфіковані кадри у своїх інтересах [1]. Однак, незважаючи на всю очевидність успіхів роботи подібних об'єднань в інших країнах, а також достатню кількість наукових праць щодо цієї проблеми, темпи розвитку кластерів в Україні залишаються дуже низькими.

Кінцевим результатом діяльності біокластерів є нові технології та продукція. Його основою є великі науково-дослідні установи, біля яких сконцентровані постачальники обладнання та матеріалів, а також підприємства, які виробляють інноваційну продукцію за технологіями, розробленими ядром кластера. Таким чином, в інноваційному кластері відбувається весь цикл інноваційного процесу – від ідеї до виробництва та реалізації споживача інноваційної продукції [2]. Практика показує, що найуспішніші кластери формуються там, де здійснюється чи очікується «прорив» у галузі техніки та технології виробництва з наступним виходом на нові «ринкові ніші». Сьогодні найбільший потенціал – в галузі біотехнологій. Вважаємо, що в АПК України є необхідні умови для створення біокластерів, біотехнологічна продукція яких буде затребуваною та конкурентоспроможною на світових ринках.

Література:

1. Білоусько Т. Ю. Формування, реструктуризація і використання виробничого потенціалу в нових умовах господарювання (на матеріалах сільськогосподарських підприємств і господарств Харківської області): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук: спец. 08.07.02 «Економіка сільськогосподарства і АПК» / Т. Ю. Білоусько. Харків, 1998. 20 с.

2. Білоусько В.С., Беленкова М.І., Тимчук В.М., Білоусько Т.Ю. Проблеми трансферу інтелектуального капіталу в системі об'єктів права інтелектуальної власності і нематеріальних активів. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. м. Харків. 2011. № 10. С. 348-361.

## СТРАТЕГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА ЙОГО МІСЦЕ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Хлопоніна-Гнатенко О.І., к.е.н., доцент; Холошний В.А., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The issue of the essence of strategic control and determining its place in the enterprise management system is studied. Strategic control is defined as an integrated system of measurement and interpretation of performance indicators that can be used to adjust the strategy and manage it.*

В умовах становлення ринкових відносин будь-яке підприємство не залежно від форми власності стає економічно і юридично самостійним. Таке положення підприємства як суб'єкта ринкових відносин визначає об'єктивний процес зростання ролі і значення функцій управління: вони наповнюються новим змістом. У цьому зв'язку особливо актуальним є рішення питань вивчення сутності стратегічного контролю і визначення його місця в системі управління підприємством.

На нашу думку, стратегічний контроль – це інтегрована система виміру та інтерпретації показників діяльності, які можна використовувати для коригування стратегії і управління нею.

Головна мета стратегічного контролю – надання керівництву інформації про можливі пріоритетні напрямки розвитку стратегії підприємства, що має забезпечити підтримку прийняття стратегічних управлінських рішень [1].

Головним завданням стратегічного контролю для підприємств торгівлі має полягати у здійсненні моніторингу і відстеженні процесу досягнення стратегічних цілей підприємства та вибір фінансової стратегії, яка б відповідала пріоритетним напрямкам розвитку підприємства. Головні завдання стратегічного контролю для підприємств торгівлі представлені на рис. 1

<b>Завдання стратегічного контролю для підприємств</b>	
→	<i>пошук інформації про зовнішнє оточення підприємства (економічне середовище, конкуренти-контрагенти-споживачі, законодавча база) та її аналіз;</i>
→	<i>визначення залежності між стратегічною позицією, яку обрало підприємство, і очікуваним застосуванням внутрішньої звітності підприємства з точки зору стратегічного позиціонування;</i>
→	<i>отримання конкурентної переваги за рахунок аналізу методів скорочення витрат чи оптимізації факторів впливу.</i>

Рисунок 1 – Завдання стратегічного контролю для підприємств

Слід зазначити, що теорія стратегічного контролю зосереджує увагу на зобов'язаннях підприємства й альтернативних можливостях. Їх конкретизація полягає в наступному:

- 1) підприємства беруть на себе ряд ділових зобов'язань, що у результаті приводять до обміну економічними цінностями за допомогою ділових операцій.

Ефект від аналізу подібного роду зобов'язань полягає в тому, що стає зрозумілим, як змінюються ціни на підприємстві за визначений період часу, а

також ступінь схильності підприємства до ризику.

Проблема полягає в тому, щоб проаналізувати й оцінити фінансові наслідки прийнятих зобов'язань.

2) менеджери є агентами різних зацікавлених груп (особливо власників підприємства), які не завжди виконують зобов'язання відповідно до прийнятої стратегії підприємства. Крім того, право висновку зобов'язань розподіляється по різних рівнях менеджменту й у деяких випадках делегується окремими представниками за межами даного підприємства.

3) зобов'язання приводять до змін цінностей усередині підприємства, що реалізуються в матеріальній формі у виді грошових потоків. Готівка - первинний ресурс будь-якого підприємства, іншими словами, - ресурс, на якому базуються всі інші ресурси підприємства.

Розуміння механізму руху грошових потоків є основою рішення проблеми благополуччя підприємства і його розвитку.

4) зобов'язання беруть на себе керівники, що мають право на управління потенціалом підприємства [2].

Проблема управління полягає в правильному визначенні цього потенціалу, підвищенні його рівня і прийнятті рішень про його найбільш ефективне використання.

Стратегічний контроль орієнтований на довгострокові перспективи. Його об'єктами, а отже, і контрольованими величинами є такі показники, як мета, стратегії, потенціали і фактори успіху, сильні і слабкі сторони підприємства, шанси і ризику, рубежі і наслідки [1].

Отже, у діяльності підприємств, як і у діяльності будь-якого іншого підприємства, стратегічний контроль відіграє важливу роль. Для того, щоб зрозуміти місце стратегічного контролю в системі управління підприємствами торгівлі, треба враховувати, що зміст будь-якої системи управління складається з визначеної політики підприємства на тривалу перспективу, координації роботи підрозділів і служб, вирішення поточних завдань.

Тому першочерговим завданням стратегічного контролю є формування обліково-економічної інформації на підприємстві про можливі пріоритетні напрямки розвитку стратегії підприємства, що має забезпечити підтримку прийняття стратегічних управлінських рішень

Таким чином, стратегічний контроль відстежує процес досягнення стратегічних цілей підприємствами виводить управління ними на якісно новий рівень.

Список використаних джерел:

1. Бланк І. О. Фінансовий менеджмент : навч. посібник / І. О. Бланк. – Київ : Ельга, 2012. – 724 с.
2. Таран-Лала, О., & Сухорук, К. (2021). Особливості стратегічного управління підприємством. Економіка та суспільство, (25). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-25-66> pdf (дата звернення 28.03.2025).



**СУТЬ І ПРИЗНАЧЕННЯ СИНТЕТИЧНИХ І АНАЛІТИЧНИХ РАХУНКІВ**

Велієва В.О., к.е.н., доцент; Хом'як А.І, Латишев Б.О., курсанти  
(ХНУВС, м. Харків, Україна)

*Accounting accounts opened on the basis of balance sheet items for accounting of economic assets and sources of their formation contain generalized (synthetic) indicators in monetary units. Synthetic accounts are called those that provide generalized information about economic assets, sources of their formation and economic processes by economically homogeneous groups in monetary terms. One of the stages of detailing accounting information is the opening of analytical accounts.*

Господарські засоби, їх джерела утворення та господарські процеси відображаються на бухгалтерських рахунках з різним ступенем деталізації. Залежно від обсягів інформації і рівня узагальнення рахунки бухгалтерського обліку поділяють на синтетичні та аналітичні.

Синтетичні рахунки – це балансові рахунки призначені для обліку наявності і змін економічно однорідних груп активів, зобов'язань, капіталу, витрат і доходів у грошовому виразі.

Бухгалтерський облік – основна частина господарського обліку, відображає діяльність підприємств, організацій, установ. Він охоплює всі засоби господарства і джерела їх формування, всі господарські процеси і результати діяльності. Важлива особливість бухгалтерського обліку полягає в тому, що господарські операції, облічені в натуральних і трудових вимірниках, обов'язково узагальнюються в грошовому вимірнику. Завдяки цьому одержують такі узагальнюючі показники, як загальну вартість основних і оборотних засобів (майна) підприємства, їхній рух і використання в процесі господарської діяльності, собівартість продукції, обсяг реалізації, фінансові результати та інші аспекти діяльності підприємства. Його основні елементи це: активи і пасиви, фінансові результати та документування операцій

Оперативний облік — це облік поточних, щоденних операцій в організації. Він забезпечує керівників і співробітників оперативною інформацією для прийняття швидких управлінських рішень. Дані оперативного обліку зазвичай не зберігаються довгий час і можуть бути менш формалізованими. Наприклад, оперативний облік може включати відстеження залишків товарів на складі, облік щоденних витрат чи доходів.

Управлінський облік — це система збору, обробки та аналізу фінансових і нефінансових даних, що використовуються для внутрішнього управління організацією. Його основна мета — забезпечення керівництва інформацією для прийняття управлінських рішень, планування, контролю та оцінки діяльності. Управлінський облік включає бюджетування, калькуляцію собівартості, аналіз відхилень від бюджету та інші аспекти, пов'язані з управлінням ресурсами організації.

Рахунки бухгалтерського обліку, що відкривають на підставі статей балансу для обліку господарських засобів та джерел їх утворення містять узагальнені (синтетичні) показники у грошовій одиниці. Синтетичними називають ра-

хунки, які дають узагальнену інформацію про господарські засоби, джерела їх утворення і господарські процеси за економічно однорідними групами в грошовому вираженні. Синтетичні рахунки є рахунками 1 - го порядку. До синтетичних рахунків належать рахунки: «Основні засоби», «Нематеріальні активи», «Виробничі запаси», «Розрахунки з покупцями і замовниками», «Розрахунки з постачальниками і підрядчиками» та ін. Облік, що здійснюється за допомогою таких рахунків називається синтетичним. Данні такого обліку використовують при складанні бухгалтерського балансу та інших форм фінансової звітності. Тому синтетичний облік необхідний для одержання узагальненої інформації про об'єкти обліку суб'єкта господарювання.

Проте для того щоб здійснювати оперативне управління підприємством та стежити за раціональним і правильним використанням ресурсів та їх збереженням узагальненої інформації мало, тому виникає потреба в детальній інформації про наявність і зміни кожного виду засобів, їх джерел та здійснення певних господарських процесів.

Одним із ступенів деталізації облікової інформації є відкриття аналітичних рахунків. Аналітичні рахунки - це рахунки, що деталізують синтетичні рахунки, і на них ведеться облік наявності та руху конкретних видів майна, його джерел та господарських процесів.

За допомогою таких рахунків здійснюється облік і називається аналітичним. На своїй меті він має надання докладної інформації про те, скільки нараховано заробітної плати кожному працівникові, які матеріали за сортами, найменуваннями та розмірами має підприємство тощо. На аналітичних рахунках поряд з грошовим вимірником використовуються натуральні та трудові вимірники.

Аналітичні рахунки - це рахунки четвертого, п'ятого, шостого порядків. Відповідно, вони можуть мати чотирьох, п'яти, шести, семи цифровий код. Кількість аналітичних рахунків до відповідного синтетичного рахунку визначається кожним підприємством залежно від наявності об'єктів, що підлягають обліку. [4]

Між рахунками синтетичного і аналітичного обліку існує тісний взаємозв'язок, оскільки на підставі одних і тих же документів відображаються одні і ті ж господарські операції, але з різним ступенем деталізації. Кожна господарська операція відображається одночасно на відповідних синтетичному і аналітичних рахунках. Ці рахунки відкриті до синтетичного рахунку і залишки в них записуються в дебеті або в кредиті. Відповідно коли дебетують або кредитують синтетичний рахунок, одночасно дебетують або кредитують аналітичний рахунок. Кожну операцію на синтетичних рахунках записують загальною сумою, а на аналітичних – частковою сумою. Початкове і кінцеве сальдо на синтетичному рахунку повинно дорівнювати підсумку сальдо аналітичних рахунків, які відкриті до синтетичного рахунку.

## ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ ЯК ЕЛЕМЕНТ МЕТОДУ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ

Велієва В.О., к.е.н., доцент; Чикіт К.Р., Баламут М.О., курсанти  
(ХНУВС, м. Харків, Україна)

*Inventory is considered as a key element of accounting, which can be carried out in various forms depending on the goals, objects and time of its conduct. Inventory not only increases the accuracy of accounting, but also serves as an important management tool. It helps the management of the enterprise to make informed decisions on asset management, control the use of resources, assess the effectiveness of individual divisions, and timely identify and eliminate problems that may affect the financial condition of the enterprise.*

Регулярні перевірки активів дозволяють знизити ризик маніпуляцій з обліковими даними, а також виявити можливі випадки шахрайства чи помилок у веденні документації. Крім того, оцінка стану матеріальних активів допомагає підприємству підтримувати належний рівень збереження майна, виявляти пошкоджене або застаріле обладнання, а також оперативно реагувати на потребу в його ремонті чи заміні. Також інвентаризація дозволяє керівництву отримати об'єктивну картину про фактичний стан ресурсів підприємства і ефективність їх використання, що сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень.

Інвентаризація, як ключовий елемент бухгалтерського обліку, може проводитися в різних формах залежно від цілей, об'єктів і часу її проведення. Існує кілька основних видів інвентаризації, які класифікуються за різними критеріями:

### 1. За повнотою охоплення

- Повна інвентаризація (охоплює всі активи і зобов'язання підприємства. Зазвичай проводиться перед складанням річної фінансової звітності, під час ліквідації чи реорганізації підприємства, а також при зміні матеріально відповідальних осіб. Цей вид інвентаризації дозволяє отримати повну картину стану активів та зобов'язань).

- Часткова інвентаризація (стосується окремих видів активів або зобов'язань, наприклад, тільки товарно-матеріальних запасів або каси. Проводиться для перевірки конкретних активів у разі необхідності або в межах планових перевірок).

### 2. За часом проведення

- Планова інвентаризація (здійснюється відповідно до заздалегідь складеного плану, зазвичай з визначеною періодичністю. Наприклад, підприємства можуть проводити інвентаризацію один раз на рік або в певний період відповідно до внутрішніх процедур).

- Позапланова інвентаризація (проводиться у разі виникнення непередбачених обставин, таких як крадіжка, пожежа, аварія, стихійне лихо або підозри щодо помилок чи шахрайства. Також може бути здійснена при зміні матеріально відповідальних осіб або за рішенням керівництва).

### 3. За об'єктами інвентаризації

- Інвентаризація основних засобів (включає перевірку таких активів,

як будівлі, машини, обладнання, транспортні засоби тощо. Вона допомагає оцінити стан і ефективність використання цих активів, а також виявити наявність зношених або непотрібних об'єктів).

- Інвентаризація розрахунків (включає перевірку дебіторської і кредиторської заборгованості. Вона дозволяє виявити прострочені платежі, сумнівні борги та інші невідповідності в розрахунках).

- Інвентаризація нематеріальних активів (стосується прав на інтелектуальну власність, патентів, ліцензій, авторських прав тощо).

#### 4. За методом проведення

- Фактична інвентаризація (передбачає фізичну перевірку об'єктів (наприклад, підрахунок товарів, зважування, вимірювання).

- Документальна інвентаризація (полягає у перевірці бухгалтерських документів і записів щодо активів і зобов'язань. Проводиться для аналізу розрахунків, взаємозобов'язань, а також наявності прав власності).

Процес інвентаризації складається з кількох етапів:

1. Підготовка (створення інвентаризаційної комісії, визначення об'єктів інвентаризації та термінів її проведення).

2. Фактична перевірка (фізична перевірка активів (наприклад, підрахунок, зважування, вимірювання), вивчення документів щодо зобов'язань).

3. Зіставлення даних (порівняння результатів фактичної перевірки з обліковими даними).

4. Відображення в обліку (внесення змін до бухгалтерського обліку на підставі результатів інвентаризації).

Інвентаризація не лише підвищує точність бухгалтерського обліку, але й служить важливим управлінським інструментом. Вона допомагає керівництву підприємства приймати обґрунтовані рішення щодо управління активами, контролювати використання ресурсів, оцінювати ефективність діяльності окремих підрозділів, вчасно виявляти та усувати проблеми, що можуть вплинути на фінансовий стан підприємства.

Отже, інвентаризація як елемент методу бухгалтерського обліку є важливою складовою, що забезпечує достовірність фінансової інформації та збереження активів підприємства. Вона дозволяє виявляти помилки, порушення та відхилення, сприяючи підвищенню ефективності управління та контролю за господарською діяльністю. Регулярне і правильне проведення інвентаризації є необхідною умовою для забезпечення фінансової стійкості підприємства.

**СТРАТЕГІЇ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ: ВИБІР ТА РОЗРОБКА**

Хлопоніна-Гнатенко О.І., к.е.н., доцент; Шебетя М.В., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Abstract. The article examines the principles and factors of strategy selection and the development of a diversification strategy as the development of the production of new goods, product markets, and types of services, which includes not only the diversification of product groups, but also the expansion of entrepreneurial activity into new and unrelated types of activities of the regional firm. Diversification strategy involves developing new products while simultaneously entering new markets. This strategy ensures profit, stability, and sustainability of the company in the long term.*

У пошуках методів ефективного господарювання та підвищення конкурентоспроможності підприємств набуває актуальності питання розробки й реалізації нових стратегій діяльності. Через дію несприятливих факторів зовнішнього середовища основна увага має зосереджуватися на стратегіях наступального характеру, спроможних вивести підприємства на новий рівень господарювання та підтримувати на належному рівні їхню фінансову стійкість і платоспроможність, тобто забезпечити ефективне функціонування в конкурентному середовищі. Серед існуючих стратегічних альтернатив такі перспективи може забезпечити диверсифікація їхньої діяльності як стратегія різнобічного розвитку, що, в свою чергу, призведе до забезпечення конкурентоспроможності [1].

Розробка стратегії диверсифікації – освоєння виробництва нових товарів, товарних ринків, а також видів послуг, що включає не просто диверсифікацію товарних груп, але й розповсюдження підприємницької діяльності на нові та не пов'язані з основними видами діяльності фірми області. Це система заходів, що використовується для того, щоб підприємство не стало занадто залежним від одного стратегічного господарчого підрозділу чи однієї асортиментної групи. Стратегія диверсифікації передбачає розробку нових видів продукції одночасно з освоєнням нових ринків. При цьому товари можуть бути новими для всіх підприємств, працюючих на цільовому ринку, або тільки для даного підприємства. Така стратегія забезпечує прибуток, стабільність і стійкість фірми у віддаленому майбутньому. Вона є найбільш ризикованою та потребує значних витрат. Займатися диверсифікацією підприємства змушує ряд причин, серед яких одними з головних є прагнення зменшити або розподілити ризик, а також прагнення піти з ринків, що стагнують та отримати фінансові вигоди від роботи в нових областях [2].

Останні два чинники – стагнуючий ринок і прагнення освоїти нові області діяльності – є головними причинами диверсифікації українських підприємств.

Основними факторами, що зумовлюють вибір стратегії диверсифікації є такі:

а) ринки для здійснюваного бізнесу виявляються в стані насичення або ж скорочення попиту на продукцію внаслідок того, що продукт перебуває в стадії вмирання;

- б) поточний бізнес дає перевищуючі потреби надходження грошей, що можуть бути прибутково вкладені в інші сфери бізнесу;
- в) новий бізнес може викликати синергічний ефект, наприклад за рахунок кращого використання устаткування, сировини тощо;
- г) антимонопольне регулювання не дозволяє подальшого розширення бізнесу в рамках даної галузі;
- д) можуть бути скорочені втрати від податків;
- е) може бути полегшений вихід на світові ринки;
- є) можуть бути залучені нові кваліфіковані службовці або ж краще використаний потенціал наявних менеджерів [3].

Потрібно відмітити, що усі заходи підвищення ефективності роботи підприємства є взаємозалежними. Проблема підвищення ефективності виробництва та діяльності підприємства в цілому полягає в забезпеченні максимально можливого результату на кожному одиницю затрачених трудових, матеріальних і фінансових ресурсів. Основні чинники підвищення ефективності роботи підприємства полягають в підвищенні його технічного рівня, вдосконаленні управління, організації виробництва і праці, зміні обсягу та структури виробництва, поліпшенні якості природних ресурсів тощо. Лише вміле використання всієї системи названих чинників може забезпечити достатні темпи зростання ефективної господарської діяльності підприємства.

Отже, обираючи стратегію диверсифікації, необхідно орієнтуватися на практичну реалізацію розробленої корпоративної місії, постійний аналіз поточної ситуації, оцінку конкурентної позиції та привабливості галузі із врахуванням переваг та недоліків впровадження даної стратегії.

#### Список використаних джерел

1. Дахно І. І. Право інтелектуальної власності / навч. посіб. К. : Ліра-К, 2015., 550 с.
2. Радєва М. Аналіз конкурентоспроможності підприємства на основі розрахунку критерію ринкових можливостей підприємства / навч. посіб. Київ: Право, 2016. С. 215–220
3. Степаненко Н. І. Альтернативні стратегічні орієнтації аграрних підприємств / монографія. Житомир: Житомирський національний агроекологічний університет, 2014. С. 247-251 URL: [http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/2011/3\\_1/247.pdf](http://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/2011/3_1/247.pdf) (дата звернення 28.03.2025).

## ІННОВАЦІЙНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОПЕРАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

Шовкун-Заблоцька Л.В., к.е.н., доцент; Шовкун З.М., студент 3 курсу  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The abstracts present innovative strategies for structuring operational processes within Ukraine's agricultural sector, taking into account the dynamics of the global economy and national post-war recovery priorities.*

Сільськогосподарське виробництво відіграє ключову роль у формуванні економічного потенціалу України, забезпечуючи стабільні валютні надходження та робочі місця. Сучасні виклики, серед яких глобальні кліматичні зміни, дестабілізація ланцюгів постачання, потреба в підвищенні продовольчої безпеки, вимагають нового підходу до управління виробничими процесами. Основним фактором зростання продуктивності в аграрному секторі стає впровадження інноваційних підходів в організацію операційної діяльності.

Операційна діяльність охоплює всі етапи агровиробництва - від підготовки ґрунту до збуту продукції. Традиційні моделі організації вже не відповідають сучасним викликам, тому все більшої актуальності набуває перехід до інноваційно-орієнтованих систем управління. Зокрема, це стосується цифрової трансформації, автоматизації, впровадження методів точного землеробства, біотехнологій та цифрової аналітики.

Застосування цифрових рішень дозволяє оптимізувати управлінські функції на основі точного збору та аналізу даних. Такі технології, як GPS-навігація, GIS-картографія, дистанційне зондування, сенсорне обладнання, забезпечують підвищення точності агротехнічних операцій, скорочення витрат і поліпшення екологічних показників. Наприклад, впровадження системи диференційованого внесення добрив дає змогу зменшити витрати на ресурси на 15–25%, без шкоди для врожайності [1].

Значну роль у забезпеченні ефективності агровиробництва відіграє біотехнологічна модернізація. Генетичне вдосконалення рослин, клітинна селекція, використання мікробіологічних засобів захисту - усе це сприяє підвищенню урожайності, стійкості до біотичних і абіотичних факторів, а також зниженню собівартості продукції. За прогнозами, обсяги світового ринку аграрних біотехнологій можуть досягти \$3 трлн до 2030 року, демонструючи середньорічне зростання на рівні 14% [2].

Важливою складовою модернізації операційної діяльності є впровадження інновацій у сфері логістики та управління ланцюгами постачання. Автоматизація логістичних процесів, використання блокчейн-технологій, систем управління взаємодією з клієнтами (CRM) - це лише частина можливостей, що відкриваються перед аграрними підприємствами. Такі рішення дозволяють скоротити втрати при зберіганні, пришвидшити обіг товару, а також покращити рівень прозорості в системі постачання.

Формування ефективної інноваційної моделі потребує взаємодії між науковими установами, бізнесом і державою. Розвиток агротехнологічних кластерів, створення інкубаторів аграрних стартапів, трансфер наукових розро-

бок у практику – все це є основою створення конкурентоспроможного агросектору. Однак для системного впровадження інновацій потрібна цілеспрямована політика підтримки з боку держави, включно з податковими стимулами та пільговим фінансуванням через програми на кшталт «5-7-9»[5].

Поточна ситуація в Україні, обумовлена військовим конфліктом і економічними труднощами, вимагає оперативної трансформації операційної моделі агросектору. Згідно з даними Глобального інноваційного індексу 2023 року, Україна займає 55 місце серед 132 країн світу, зокрема посідаючи 45 позицію в категорії «знання і технології» [3,4]. Це свідчить про наявність інтелектуального потенціалу для прискореного впровадження інновацій.

Отже, інноваційна трансформація операційної діяльності є обов'язковою умовою розвитку сільського господарства, підвищення його ефективності, екологічної стійкості та глобальної конкурентоспроможності. Саме науково обґрунтоване впровадження інновацій дозволить зміцнити продовольчу безпеку країни та підтримати її економічну стабільність у майбутньому.

Інноваційні засади організації операційної діяльності є ключем до підвищення ефективності, конкурентоспроможності та екологічної стійкості аграрного виробництва. Інтеграція цифрових технологій, біотехнологій, автоматизованих систем управління та логістичних рішень сприяє оптимізації ресурсів, зниженню собівартості продукції, покращенню якості та оперативному реагуванню на виклики ринку. Це створює підґрунтя для формування нової операційної моделі, орієнтованої на інноваційний розвиток.

Комплексна модернізація операційної діяльності можлива лише за умов стратегічного партнерства між науковими установами, аграрним бізнесом та державою. У післявоєнний період саме інноваційна реорганізація сільськогосподарського виробництва має стати одним із пріоритетів національної економічної політики. Підтримка інновацій через фінансові, освітні й інфраструктурні механізми дозволить забезпечити сталий розвиток аграрного сектору та зміцнити продовольчу безпеку України.

Література:

1. Digital agriculture – FAO. URL: <https://www.fao.org/digital-agriculture/en/>
2. Biotechnology market volume and trends. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/biotechnology-market>
3. Global Innovation Index 2023. Innovation in the face of uncertainty. URL: [https://www.wipo.int/global\\_innovation\\_index/en/2023/](https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2023/)
4. Shovkun-Zablotska, L.; Pysarenko, V.; Sierova, L.; Tegipko, S. Management and Marketing of the Wartime Agribusiness in Ukraine. *Economics Ecology Socium* **2024**, 8, 64-77. doi: <https://doi.org/10.61954/2616-7107/2024.8.1-6>
5. Шовкун-Заблоцька Л.В. Формування ефективного механізму інноваційного менеджменту на підприємствах. Збірник наукових праць «ВЧЕНІ ЗАПИСКИ» («Scientific notes»). 2024. №36(3) С. 281-289.



**СЕКЦІЯ 14.****АРХІТЕКТУРА І БУДІВНИЦТВО СУЧАСНОГО УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА****МОДУЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО, ЯК ОПТИМАЛЬНИЙ ШЛЯХ  
ВІДБУДОВИ СЕЛА**

Гопцій О.Б., к.е.н., доцент; Анопрієнко О.А., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Today, the construction of modular housing is becoming the optimal option for creating at least minimal living conditions in deoccupied rural areas, and allows for the full gradual restoration of lost real estate.*

Останніми роками модульне будівництво здобуло широку популярність у світі завдяки своїй гнучкості, швидкому зведенню та екологічним перевагам. Звертається увага на ключові аспекти створення надійних модульних будинків, здатних адаптуватися до міських і сільських умов.

Сучасне модульне будівництво набуває все більшої популярності завдяки своїй гнучкості, швидкості зведення та здатності адаптуватися до різних умов і потреб. У міських районах модульні будинки є ефективним рішенням для створення доступного житла в умовах обмеженого простору, тоді як у сільській місцевості вони сприяють розширенню житлового простору на віддалених і важкодоступних територіях. У щільно населених містах, де кожен квадратний метр має високу цінність, модульні будинки забезпечують швидке та економічне створення нових житлових комплексів. Завдяки модульним технологіям значно скорочується час будівництва на місці, що є ключовою перевагою для щільно забудованих районів.

У сільській місцевості модульні будинки допомагають вирішити проблему доступності та вартості будівництва. Завдяки легкості та мобільності конструкцій їх можна встановлювати на віддалених або важкодоступних територіях, що робить їх ідеальним варіантом для регіонів із недостатньою інфраструктурою. Гнучкість модульних рішень також дозволяє оперативно змінювати внутрішнє планування або розширювати житловий простір відповідно до потреб мешканців.

Модульні будинки виготовляються із застосуванням сучасних матеріалів і передових технологій, що забезпечують їхню легкість, довговічність та швидкий монтаж. Використання фабрично вироблених модулів, які доставляються на будівельний майданчик у готовому вигляді, дозволяє мінімізувати традиційні будівельні процеси, скоротити кількість відходів і знизити загальні витрати на будівництво. Це сприяє екологічності та підвищенню ефективності житлового будівництва як у містах, так і в сільській місцевості.

Модульні будинки розробляються з урахуванням можливості легкої адаптації до різних культурних і кліматичних умов. У міських районах вони гармонійно інтегруються з високотехнологічними рішеннями, зокрема сучасними системами управління енергією та автоматизацією, що забезпечує високий рівень комфорту та енергоефективності. У сільській місцевості дизайн модульних будинків часто орієнтований на оптимальне використання природних

ресурсів, таких як сонячне світло та вода. Крім того, конструкції можуть бути пристосовані до більш суворих погодних умов, забезпечуючи витривалість та автономність житла.

У сільській місцевості нормативні вимоги зазвичай є менш жорсткими ніж міські. Це дозволяє застосовувати більшу гнучкість у проектуванні та реалізації модульних будинків. Тобто, дає можливість зводити більш просторіші конструкції, адаптовані до природного ландшафту. Однак, існують важливі вимоги щодо забезпечення доступу до інфраструктури, зокрема доріг, водопостачання та електропостачання. Такі норми мають вплив на розвиток віддалених територій, визначаючи можливості для комфортного проживання та розширення населених пунктів.

Сьогодні існує великий асортимент модульних конструкцій житлового спрямування. Тому є доцільним їх використання в житловому будівництві.

З початку повномасштабного вторгнення в Україну постала нагальна потреба забезпечення житлом, у тому числі тимчасовим переселенців зі сходу та півдня. За 2022 рік у різних регіонах України почали швидко будуватися десятки модульних містечок. Триває їхнє будівництво і сьогодні на відносно безпечних територіях. Проте залишається актуальним питання відновлення населених пунктів на деокупованих територіях. Щодня Росія завдає значної шкоди сотням населених пунктів України, в тому числі і їх житловому фонду. Багато родин стають вимушеними переселенцями, у тому числі внутрішньо переміщеними особами в межах однієї області, а іноді і населеного пункту. Люди відмовляються переїхати до інших населених пунктів. Не поодинокими є випадки повернення родин на зруйновані деокуповані території. Багато переселенців чекають на повернення до своїх населених пунктів, при цьому усвідомлюючи що їх домівки сильно пошкоджені або зруйновані. Тому доцільним є запровадження модульного будівництва на цих територіях.

Для швидкого відновлення населених пунктів можуть масово будуватися невеликі будинки, які будуть у подальшому використовуватися як літні кухні. Для регіонів України з більш теплим кліматом можливо будівництво більш комфортних повноцінних житлових модульних будинків, з тривалим терміном використання.

### **Список літератури**

1. Життя в модулі: якими бувають тимчасові помешкання для переселенців. URL: <https://telegraf.com.ua/ukr/ukraina/2023-05-27/5792347-zhittya-v-moduli-yakimi-buvayut-timchasovi-pomeshkannya-dlya-pereselentsiv>.

2. Модульні будинки під ключ недорого // Купити мобільний будинок – проекти, ціна | Київ, Харків, Дніпро, Одеса | БлокМодуль URL: <https://blockmodul.com.ua/ua/modulnye-doma>.

3. Адаптація модульних будинків до міського та сільського середовищ. URL: <https://1newsone.com.ua/adaptaciya-modulnikh-budinkiv-do-miskogo-ta-sil'skogo-seredovish.html>.

4. Модульні конструкції та їх використання в житловому будівництві. Наукова робота бакалавра. Анопрієнко О.О., наук. кер. Гопцій О.Б. – Х. – 2025. – 20 с.

## КОМПОЗИЦІЙНІ ТЕХНІКИ І ПРИЙОМИ ДІАЛОГУ В АРХІТЕКТУРІ ІТАЛІЙСЬКОГО РЕНЕСАНСУ

Попов І.Є., доц., Вовк В.Р., студентка II курсу  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The architecture of the Italian Renaissance underwent significant development under the influence of humanist ideas and the ancient tradition. An important role in this process was played by treatises, in particular the "Ten Books on Architecture" by Leon Battista Alberti, which defined the basic principles of architectural design. The order system became the main language of architecture, and proportionality, harmony and symmetry defined the key parameters of the new style.*

Розвиток ортогонального та перспективного креслення суттєво змінив підхід до архітектурного проектування. Ортогональне креслення сприяло аналітичному баченню просторової структури будівлі, тоді як перспективне — забезпечувало об'ємний погляд. Впровадження цих двох методів дозволило архітекторам Відродження створювати складні композиції та будувати гармонійні ансамблі.

У XIII столітті креслення ще не мало чіткого поділу на план, фасад і розріз, що видно на кресленнях Віллара де Оннекура [1]. У XV столітті цей поділ став визначальним: перспективне креслення дозволило створювати реалістичні зображення, а ортогональне деталізувало конструктивні елементи. Філіппо Брунеллескі експериментально довів можливість точного перспективного зображення [2]. Він зробив креслення флорентійського баптистерію, використовуючи систему лінійної перспективи. Альберті у своїх трактатах розробив методику побудови перспективного простору, що стала основою нової системи проектування [3].

Ортогональне та перспективне креслення опановане практикою, стало також новою логікою композиційного мислення. Ордерні композиції у різних комбінаціях елементів дали можливість архітектору розробляти на папері організацію простору, ілюзорно створюючи ефект глибини та гармонії. Активно використовуючи прийоми перспективного моделювання фасадів, вони для гармонійності поєднували ордери різного масштабу. Наприклад, у церкві Санта-Марія-Новелла у Флоренції застосовано комбінування класичних форм, що створює ілюзію більшого простору. Таким чином, ордерна система почала мати не лише конструктивне значення, а й придбала художній сенс.

У XV столітті з'явився прийом накладання архітектурних форм на площину фасаду, що дозволяло також досягати ілюзорної глибини. Як зазначав Умберто Еко [4], Альберті порівнював архітектурний фасад із «відкритим вікном», що організовує простір через гру світла й тіні. Подібні прийоми широко використовувались в архітектурних спорудах епохи Відродження.

Церква Сан-Франческо в Ріміні та церква Сант-Андреа в Мантуї демонструють інноваційні рішення, які на практиці використовують Альбетрі, звертаючись до форми античної тріумфальної арки. Використання їм масштабованих ордерів дозволило створити ефект монументальності та просторової глибини, що стає також принципом моделювання об'єму в архітектурі Відродження.

Крім релігійних споруд, ордерна система активно застосовувалася у цивільній архітектурі. Наприклад, Палаццо Ручеллаї у Флоренції демонструє принципи гармонійного поєднання античних мотивів та нових технічних рішень кладки з використанням тектонічних особливостей поверхонь. Вплив ордерної композиції й просторові ефекти, які вона створює, простежується і в організації міського середовища, де фасади вдоволь вулиць формувались у відповідності з єдиною системою пропорцій і один до одного у співвідношеннях.

Поширення архітектурних трактатів сприяло стандартизації архітектурних принципів. Наприклад, твори Палладіо мали вплив далеко за межами Італії, ставши основою пізнішої європейської архітектури в Англії під назвою «палладіанство». Завдяки теоретичним працям, сформувалася академічна традиція передачі знань, що визначила розвиток архітектури на наступні століття.

Вслід за теоретичними працями Альберті, з'являються роботи Андреа Палладіо, Джакомо да Віньоли, Андреа Поццо та Себастьяно Серліо, які вже систематизують правила архітектурного проектування.

Таким чином, розвиток композиційних технік в архітектурі у період Відродження базувався на синтезі античної спадщини, нових методів проектування та пошуку теоретичних засобів організації просторових композицій.

### Джерела

1. Album de Villard de Honnecourt, architecte du XIIIe siècle : manuscrit publié en fac-similé, annoté, précédé de considérations sur la renaissance de l'art français au XIXe siècle et suivi d'un glossaire / par J. B. A. Lassus,... ; ouvrage mis au jour, après la mort de M. Lassus et conformément à ses manuscrits par Alfred Darcel.
2. Elena Capretti. Brunelleschi. La biblioteca Dell'Arte, 2005. 122 p.
3. Alberti, Leon Battista. De re aedificatoria. On the art of building in ten books. (translated by Joseph Rykwert, Robert Tavernor and Neil Leach). Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1988.
4. Umberto Eco. Art and Beauty in the Middle Ages. Yale University Press, 2002. 131 p.

## ЦЕНТРАЛІЗОВАНІ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

Петров А.М., к.т.н., доцент; (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Воропаєв Д.О., студент (ХДППФК, м. Харків, Україна)

*The paper considers the features of the arrangement of centralized water supply systems for rural areas, due to the peculiarities of rural life and agricultural production.*

Сільськогосподарське водопостачання – це забезпечення водою в необхідній кількості та необхідної якості сільських споживачів. Сільськими споживачами води є сільське населення, тварини, агропромислові виробництва на селі, сільськогосподарська техніка та ін. Здійснюється сільськогосподарське водопостачання в основному за допомогою систем водопостачання.

Системою водопостачання називається комплекс споруд для отримання (добування) води з природних джерел, її очистки (у випадку необхідності), транспортування й розподілу між споживачами. Таким чином, система водопостачання забезпечує механізований підйом і подачу води споживачам по системах трубопроводів. Іноді ці системи називаються просто водопроводами.

До складу водопостачальних систем входять такі елементи: водозабірні споруди; насосні станції; очисні споруди (при необхідності); водонапірні споруди і водопровідні мережі. Системи водопостачання класифікуються: за кількістю населених пунктів, які система забезпечує водою, – групові та локальні; за ступенем централізації – централізовані, децентралізовані і комбіновані; за видом джерела води – системи з підземними, поверхневими та змішаними джерелами води; за способом подачі води – з механізованою подачею води, самотічні (гравітаційні) і комбіновані; за надійністю подачі води; за призначенням – господарсько-питні, виробничі, протипожежні та об'єднані; за конструкцією водопровідної мережі – розімкнуті (тупикові) і кільцеві.

Групові системи забезпечують водою декілька населених пунктів, а іноді й районів.

Локальні системи обслуговують один населений пункт або один об'єкт водоспоживання.

Централізовані – це системи водопостачання, які забезпечують водою всі об'єкти сільського населеного пункту з єдиної водопровідної мережі.

Децентралізовані – це системи, при яких окремі комунальні чи господарські одиниці забезпечуються водою відокремлено (незалежно від інших об'єктів).

Комбіновані – це системи, при яких окремі групи споживачів забезпечуються водою централізованою системою, а решта – окремими локальними системами.

Системи з підземним джерелом води використовують підземні води. Системи з поверхневим джерелом води – поверхневі води.

У системах зі змішаними джерелами води одночасно застосовуються підземні і поверхневі води. У системах з механізованою подачею вода подається за допомогою насосів. Самотічні системи застосовуються у випадках,

коли відмітка місця розташування водозабору перевищує відмітку території водоспоживання, внаслідок чого і створюється напір, за рахунок якого вода транспортується самотічно до споживачів.

У комбінованих за способом подачі води остання частково подається самотічно, а частково – механізовано.

За надійністю подачі води системи сільськогосподарського водопостачання належать до третьої категорії (при загальноприйнятих трьох категоріях), і в них допускаються перерви в подачі води до 1 доби.

За призначенням системи сільськогосподарського водопостачання є об'єднаними, тобто з однієї і тієї ж системи, як правило, одночасно задовольняються потреби господарсько-питного, виробничого та протипожежного водопостачання. Особливості систем сільськогосподарського водопостачання обумовлюються особливостями сільського побуту та сільськогосподарського виробництва:

1. Розосередженість водоспоживачів, яка пов'язана з веденням сільськогосподарського виробництва на великих земельних територіях, чим обумовлена значна розосередженість населених пунктів, різних господарських центрів по території землекористування. Крім того, споживачі води (люди, тварини, механізми та ін.) у певні періоди пересуваються по цій території. Такі обставини ведуть до збільшення дальності транспортування води, ускладнення експлуатації систем. При цьому слід врахувати, що об'єми споживання (витрат) води порівняно невеликі.

2. Нерівномірність споживання води обумовлена циклічністю чергування сільськогосподарських робіт у всіх видах сільськогосподарського виробництва. У кінцевому результаті це призводить до нерівномірного завантаження систем водопостачання, збільшення об'ємів регулюючих ємкостей, відбивається на техніко-економічних показниках систем сільськогосподарського водопостачання.

Для проектування систем водопостачання необхідно знати кількість споживаної води і режим її використання. Кількість споживаної води встановлюється за чисельністю споживачів на підставі норм водоспоживання.

Норма водоспоживання  $q$ , л/доб, – це середня кількість води, яка використовується одним споживачем за добу або витрачається на одиницю продукції, що виробляється.

Згідно з будівельними нормами і правилами, норма водоспоживання залежно від рівня благоустрою складає 125...350 л/доб на одного жителя; у тваринництві для дорослої великої рогатої худоби – 60...70 л/доб, для її молодняка – 20...30 л/доб; для дорослих свиней – 15...60 л/доб, для їхнього молодняка – 5...15 л/доб; для птиці – 1...2 л/доб.

Водозабірні споруди або водозабори призначені для забирання вод з джерела водопостачання.

В залежності від виду природного джерела, яке використовується для водопостачання, водозабірні споруди поділяють на дві групи: споруди для забирання поверхневих вод і споруди для забирання підземних вод.

## БУДИНКИ ЗБУДОВАНІ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ФАХВЕРК: ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНІ БУДІВЛІ.

Петров А.М., к.т.н., доцент; Гречка Ю.П., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Introduction to construction technologies and the history of past and modern construction using the Fachwerk technology.*

Термін «Fachwerk» дослівно позначає секційну споруду (від неї. «fach» — секція і «werk» — споруда). Достеменно не відомо, коли конкретно збудовано перший будинок за технологією фахверк. Лаконічні та надійні стійково-балочні конструкції здавна використовуються у дерев'яному будівництві. Аналоги фахверка – це корейський ханок, французький коломбаж, швейцарський ригельхаус. Однак саме технологія, що зародилася в Німеччині X I V століття, набула найбільшого поширення порівняно з іншими «Post & Beam». Будинки-зразки середньовічної німецької архітектури, зокрема багатопверхові, у багатьох містах Європи збереглися досі. Спочатку дерев'яні стійки заглиблювалися в землю, зверху укладалися сполучні балки та крокви, формувалася скатний дах. Деревина у землі гниє порівняно швидко, отже термін експлуатації будівель становив трохи більше 15-20 років. Встановлення стовпів на своєрідний кам'яний цоколь — вкопані валуни — дозволило продовжити термін служби опор у десятки разів. Відсутність безпосередньої прив'язки до землі компенсувалася наявністю поперечних укосів. Фахверк має безліч різновидів - характерні особливості будівництва притаманні певним періодам будівництва та конкретним регіонам Німеччини. Наприклад, «саксонський будинок» халленхаус являв собою довгу масивну сільську споруду, що поєднувала під одним дахом житло та сарай. Широкий в'їзд, що розташовувався по центру фасаду будівлі, містив запряжений парою коней візок. З протилежного боку розташовувалися житлові приміщення та відкрита кухня.

Перші міські «хмарочоси» з'явилися у середньовіччі. Фахверкові будівлі висотою 4-5 поверхів з дерев'яним каркасом належали заможним городянам з високим становищем у суспільстві. Багатопверхові будинки на той час — яскравий зразок інноваційного підходу, майстерне втілення інженерно-будівельної думки. Оригінальні комбінації вертикальних опор з ригелями, розп'їрками, підкосами та упорами, що служать для забезпечення жорсткості конструкції, формували характерні візерунки на фасадах. Художній дизайн відповідав регіону та часу будівництва. Вирішальний внесок у сучасний фахверк зробили середньовічні архітектурні стилі Німеччини. На зміну масивним дерев'яним балкам прийшов легкий та міцний клеєний брус. Як утеплювач стали використовувати сучасні екологічні рішення.

Новий виток розвитку фахверку припав на другу половину X X століття. Рівні лінії та гладка поверхня між брусами каркасу, а також велика кількість скла – сучасні тенденції стилю. У Європі X V II - X V III століть широко використовувався прийом штучного підкреслення ручної роботи майстрів для надання будинку Новий виток розвитку фахверку припав на другу половину X X століття. Рівні лінії та гладка поверхня між брусами каркасу, а також велика кількість скла – су-

часні тенденції стилю. У Європі XV II - XV III століть широко використовувався прийом штучного підкреслення ручної роботи майстрів для надання будинку своєрідного шарму. Грубий рельєф та імітація тріщин на стінах затребувані і зараз, але виключно в авторському індивідуальному будівництві. У період середньовіччя землі Північної Європи рясніли лісом, тоді як штучний камінь і цегла вважалися дефіцитним будівельним матеріалом за рахунок високої вартості виробництва. Переважна більшість будинків будували з деревини, проте ділові дерева були недостатньо доступними в рамках масової житлової забудови. Простим вирішенням фінансового питання став фахверк.

До технологічних особливостей німецького архітектурного стилю належали: відсутність необхідності у масивному монолітному фундаменті; зведення несучого каркасу зі стійок-опор, горизонтальних балок та розкосів; заповнення стінок легким теплоізоляційним матеріалом у товщину бруса; будівництво скатного даху. Дерев'яний каркас готового будинку залишався видимим як зовні, так і всередині. Такий підхід обґрунтований — необроблена деревина швидко псується усередині стін через пошкодження комахами та перезволоження. Відкритий доступ до повітря забезпечує природне просушування брусів та можливість систематичного фарбування. Традиційна технологія фахверк, яку впізнають за характерним контрастним малюнком з опорних елементів, визначила оригінальну архітектурну естетику міст Німеччини. До сьогодні базовий принцип зведення стійково-балочної конструкції залишається незмінним - дерев'яний сайдинг, профільований планкен, оздоблювальний блок-хаус та інші фасадні матеріали зі схожими властивостями не використовуються. На сьогоднішній день каркасна конструкція користується попитом у всіх сегментах будівельного ринку — у стилі фахверку зводяться офісні будівлі, ресторани, торгові комплекси і, зрозуміло, житлові будинки. Легкі, надійні, енергоефективні споруди мають ряд характерних переваг, серед яких: можливість реалізації проекту будь-якої складності. Висока швидкість будівництва без залучення важкої спецтехніки. Використання інноваційних екологічних матеріалів для теплоізоляції. Місце струганого дубового бруса в сучасних будівлях займає клеєний аналог. Легкий, міцний та довговічний матеріал стійкий до різких перепадів температур та підвищеної вологості. Клеєний профільований брус, як випливає з назви, виготовляється за допомогою склеювання просушених ламелей з деревини хвойних порід - сосни, ялини, модрини. На зміну вузьким віконним та дверним отворам приходять стінове скління. Енергозберігаючі пакети з міцним низькоемісійним склом оснащуються поліуретановими ущільнювачами. Герметична сполука забезпечує спеціально передбачений у профіль вузьким віконним та дверним отвором прихованому брусі паз. На зміну приходять стінове скління. Енергозберігаючі пакети з міцним низькоемісійним склом оснащуються поліуретановими ущільнювачами. Герметична сполука забезпечує спеціально передбачений у профільованому брусі паз.

Висновок: Даний стиль і архітектурно-технічне рішення може успішно використовуватись як один із перспективних варіантів для відбудови і оновлення нашого житлового фонду країни, після закінчення війни.



## ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ БЕЗ ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРІВ

Петров А.М., к.т.н., доцент; (ДБТУ, м. Харків, Україна)

Єрмак О.А., студент (ХДППФК, м. Харків, Україна)

*The paper examines various methods of purifying drinking water to a state suitable for use in homes without the use of industrial and other types of filters.*

### Побутові способи очищення питної води

Навіть не маючи під рукою спеціальних фільтрів можна очистити питну воду від небажаних домішок за допомогою одного з доступних всім способів.

### Виморожування

Незважаючи на те, що даний метод очищення води не користується особливою популярністю, він вважається найефективнішим способом отримання чистої і корисної структурованої води для пиття. Вона має ідеальний склад, легко засвоюється організмом і тому називається «живий».

В основі методу лежить фізичний закон, згідно з яким чистий вода і містяться в ній домішки мають різну швидкість заморозки. Виморожування води відбувається в два етапи:

1. Помістивши ємність з водою в морозильну камеру, слід дочекатися, коли заморозити приблизно 10% рідини і видалити утворилася крижану кірку або перелити в інший посуд рідину.

2. Воду знову піддати заморожуванню. Невелика частина, що залишилася на дні посуду не замороженої води - це розсіл, який містить отрутохімікати, солі і органічні сполуки.

Заморожену масу льоду рекомендують розморозити при кімнатній температурі і використовувати для пиття.

### Кип'ятіння

Більшість людей кип'ятять воду, проте, даний метод вважається не ідеальним. В результаті кип'ятіння гинуть віруси і бактерії, випаровується хлор та інші низькотемпературні газоподібні речовини. Але при цьому збільшується концентрація солей, які відкладаються у вигляді накипу, а потім потрапляють в організм людини. Водопровідна вода зазвичай піддається хлоруванню, і при її кип'ятінні утворюється хлор-органіка, яка може спровокувати розвиток онкологічних захворювань.

Високі температури згубні не тільки для вірусів. Кип'ятіння води руйнує її молекулярну структуру, в результаті чого вона стає «мертвою», тобто не приносить ніякої користі.

Щоб звести до мінімуму негативні наслідки слід уникати повторного кип'ятіння, регулярно очищати чайник від накипу, попередньо відстоювати воду.

### Відстоювання

За час відстоювання з посудини випаруються леткі сполуки, а механічні частинки і солі осядуть на дно. У той же час метод не дозволяє видалити хвороботворні мікроорганізми.

Відстоювання води повинно відбуватися протягом 5-6 годин. До вживання рекомендують 2/3 об'єму рідини.

## ПРОЕКТУВАННЯ ТЕРАСНОГО БУДИНКУ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ПРИКЛАД

Акмен І.Р. к. арх., Зеленіна А.Д., студентка II курсу  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*With the increase in the number of destroyed territories, the problem of adapting the rural population to new living conditions in densely built-up cities, where there is no possibility to touch their own land, is becoming more acute in Ukraine. One way to solve this problem is to study European experience and professionally develop high-quality projects that will take into account modern trends in society.*

Звичка щодо свого ганку і свого подвір'я притаманне сільському населенню України, однак втрата особистого житла і переміщення до великих міст сильно впливає на людину, яка не звикла до життя у багатоквартирних хмарочосах. Через високу щільність населення архітектори зіштовхуються з свого роду випробуванням – проектуванням міських садиб, обмежених за площею, функцією та відповідним комфортом. Для вирішення цієї проблеми європейські забудовники зупиняються на типології — житлові одиниці як сполучені однотипні будинки з виходом на терасу.

Житлова одиниця це мінімальний архітектурний простір, що складається з одного або кількох функціонально пов'язаних середовищ, які є одним цілим і незалежним, що може відповідати ергономічній концепції дому.

Поєднані у групи будинки (сполучені), які мають тераси, — є європейський архітектурний винахід, який ще за часи Відродження сприяв розширенню середньовічних міст і забезпеченню комфортних умов для перебування на землі. Ця типологія відроджена в наш час з метою задоволення потреби в окремому особистому будинку, але з меншими витратами, як з точки зору виробництва, так і обслуговування.

Сполучені будинки складаються з кількох квартир і мають окремий вхід для кожної родини. Ця типологія включає три різні групи:

- з комбінованим розміщенням, коли житлові одиниці мають одну спільну стіну, а інші три сторони є вільними з входом на терасу;
- з груповим розміщенням, коли житлові одиниці складаються з чотирьох окремих житлових просторів, розташованих одна біля одної таким чином, що кожна з них має дві спільні стіни та дві вільні з прямим і незалежним виходом на терасу (ця типологія має складності з прив'язкою, інсоляцією, вентиляцією);
- з розміщенням в декілька рівнів, коли житлова одиниця, розташована на першому поверсі, має безпосередньо терасу з виходом на вулицю, а до іншого простору на першому поверсі можна потрапити з цієї тераси через окремі сходи (ця типологія використовується в тих випадках, коли земля, на якій стоїть будинок, має похил).

Основною містобудівною характеристикою для проектування сполученої забудови з груповим розміщенням житлових одиниць є наявність довгого прямокутного майданчика (ширина кожної одиниці 5–7 м, довжина — до 30 м) та

наявність дороги з одного боку, де відповідно відводиться місце для парковки. Сполучені стіни та вихід на тераси обмежений лише двома короткими сторонами і поверхами (від одного до трьох). Нижній використовується як публічна зона (Public, Semipublic), а верхній — особистий (Private, Most Private).

Коли проєктують сполучену забудову з груповим розміщенням житлових одиниць з виходами на тераси у містах з високою щільністю, то процес проєктування розділяють на три рівні.

*Дослідження морфології місцевості.* На цьому етапі розглядаються взаємозв'язки між житлом та транспортною мережею (пішохідними вулицями, дорогами та паркінгами), а також громадськими та приватними доступними просторами. Європейській досвід міського горизонтального будівництва встановлює, що при високій щільності, проєктні рішення стосуються чистої щільності поселення (коли вузькі фасади, а простір розробляється в глибину) та можливості доступу до транспорту (коли закладають можливість дістатися до свого житла на автомобілі із забезпеченням місця для паркування).

*Врахування особливості пристосування.* Після визначення міської структури, щільності та умов доступу, можна визначити функціональні характеристики пристосування житлових одиниць. На цьому етапі розробляються гіпотези щодо організації розміщення житлової одиниці, враховуючи положення та максимальний розмір, як співвідношення між фасадом, глибиною житла і кількістю поверхів.

*Внутрішня організація простору.* Найпоширенішим рішенням є двоповерховий будинок з вітальнею, кухнею і їдальнею на першому поверсі, спальнями і санвузлом на другому. В будинках цього типу частіше за все йде прив'язка до сходів. При плануванні з трьома поверхами додається третій поверх зі спальнями. Найбільш популярним варіантом є останній неповний поверх, з однією або двома спальнями, що виходять на велику терасу, і вітальня на першому поверсі з лоджією, з'єднаною з садом зовнішніми сходами; на першому поверсі залишаються кухня та їдальня, часом планують гараж. Триповерхові будинки, як правило, мають всю житлову площу на середньому поверсі.

Проєктуючи будинки з терасами, необхідними для акомодатії переміщених осіб із сільської місцевості до міста, архітектори повинні враховувати сучасні тенденції організації житлового простору, які випробувані європейськими архітекторами вже не одне покоління. Це дасть змогу забезпечити вітчизняних забудовників якісними проєктами доступного і комфортного житла.

**Джерела.** 1. Cristina Steiner. *Tipologie residenziali a schiera*. BEMA Editrice, 1981. 154 p.

2. INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE DELLE CASE A SCHIERA. Bibliografia ( in aggiornamento) Cambi- Di Cristina – Steiner “Tipologie residenziali a schiera “ BE-MA Editrice. URL: [file:///D:/edd/Downloads/Telegram%20Desktop/INDICAZIONI\\_PER\\_LA\\_PROGETTAZIONE\\_DELLE\\_CASE\\_A\\_SCHIERA.pdf](file:///D:/edd/Downloads/Telegram%20Desktop/INDICAZIONI_PER_LA_PROGETTAZIONE_DELLE_CASE_A_SCHIERA.pdf)

## КОМФОРТНИЙ АПАРТМЕНТ-ГОТЕЛЬ НА КРУТИХ ГІРСЬКИХ СХИЛАХ

Іванніков Є.А., магістрант ХНУМГ ім. О.М. Бекетова,  
спеціальність «Архітектура та містобудування»

*The development of tourist infrastructure in mountainous regions requires taking into account complex natural and urban planning conditions. The paper examines the features of the pre-project analysis and development of the urban planning and architectural concept of an apartment hotel in Lucerne (Switzerland), on the Gütsch hill. The project is aimed at integrating a modern architectural object into the natural and historical environment while preserving the cultural heritage of the region.*

Концепцію апартмент-готелю на укритому лісом пагорбі Гютч у швейцарському Люцерні спрямовано на інтеграцію сучасного комплексу на 70 номерів, здатного розмістити до 156 гостей, у природне та історичне середовище. Ділянка площею 3,5 га зі складним рельєфом знаходиться на висоті 1200 м над рівнем моря. Передбачено максимальне збереження існуючого лісового масиву.

Головний з двох корпусів готелю розташований паралельно трасі фунікулера, за напрямком старої туристичної стежки. Другий подібно мосту перекинуто над гірською лощиною. Використано монолітну залізобетонну конструкцію з кроком опор каркасу 7,2 метри. Вибір пальового фундаменту мінімізує об'єм земляних робіт. В конструкції корпусу-мосту застосовано розкісні ферми із високою несучою здатністю.

Доступ до ділянки забезпечено асфальтованою дорогою та зовнішніми інженерними мережами. Паркінг на 15 машин включає місця для осіб з обмеженими можливостями. Існуючих доріг достатньо для транспортування матеріалів і конструкцій під час будівництва.

Відповідність нормам пожежної безпеки, забезпечено, враховуючи складність доступу звичайної пожежної техніки, за рахунок використання спеціалізованих дронів із пожежними гідрантами високого тиску. Екстрена евакуація може здійснюватися через незадимлювані сходові клітини та внутрішні галереї.

Потреби гостей з обмеженими можливостями забезпечуються наявністю пандусів, ліфтів, розширених дверних проїмів, спеціально облаштованих санвузлів тощо.

Композиційна концепція, використані архітектурно-містобудівні рішення й інноваційні технології забезпечують виконання вимог безпеки й екологічності при інтеграції складного сучасного об'єкта в історичний ландшафт і чутливе природне середовище.

## СУЧАСНІ СПОСОБИ ТЕПЛОЕФЕКТИВНОСТІ СПОРУД ПРИ БУДІВНИЦТВІ СУЧАСНОГО УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА

Шашко І.Є., викладач першої категорії; Івахненко О.В., здобувач РВО фаховий молодший бакалавр (ХДППФК імені В.І.Вернадського, м. Харків, Україна);  
inna.nyanja@gmail.com

*The socio-economic transformations taking place in the country's agricultural sector, which are taking place in Ukraine today, are radically changing relations in all spheres of life and agricultural activity as a whole. Relations in rural construction are also changing. The construction of buildings and structures in the countryside must meet modern requirements and technologies for construction and operation, while not forgetting about the revival of centuries-old traditions.*

Сучасна будівля повинна бути зручною та комфортною. Для людини, яка перебуває у приміщенні комфортні умови лежать доволі в вузькому діапазоні.

Основні аспекти, що впливають на теплоефективність споруд, включають:

Теплотехнічна ізоляція: висока якість теплової ізоляції стін, даху, підлоги та вікон дозволяє утримувати тепло всередині приміщення та запобігає його викиду на зовні.

Ефективні системи опалення і кондиціонування: використання ефективних систем опалення, вентиляції та кондиціонування, які автоматично регулюються відповідно до реальних потреб, допомагає уникати переплачувань за енергію.

Архітектурні рішення: ефективне планування будівлі, відповідне розташування вікон і дверей, а також використання природного світла можуть сприяти зменшенню потреби в штучному освітленні та опаленні.

Енергозберігаючі технології: використання сучасних технологій, таких як інтелектуальні системи управління будівлею, датчики, які регулюють витрату енергії, і інші інноваційні рішення можуть покращити теплоефективність. Частиною цих рішень є використання відновлюваних джерел енергії тобто застосування сонячних панелей, геотермальних систем та інших відновлюваних джерел енергії.

Теплотехнічна ізоляція це заходи, спрямовані на зменшення втрат тепла через оболонку будівлі (стіни, дах, підлогу, вікна), вона забезпечує збереження тепла всередині приміщення в холодний період і утримання прохолоди влітку, що сприяє підвищенню комфорту і зниженню енергоспоживання.

Основні аспекти теплотехнічної ізоляції включають:

Теплоізоляційні матеріали: використання високоякісних і теплоізоляційних матеріалів, таких як мінеральна вата, пінополістирол, пінопласт, герметизуючі матеріали і інші, для зменшення теплопровідності конструкцій.

Системи утеплення стін, дахів і покрівлі: додаткове утеплення зовнішніх і внутрішніх стін може значно підвищити теплоізоляцію будівлі, застосування теплоізоляційних матеріалів на даху і в покрівлі дозволяє запобігти втрати тепла через верхню частину будівлі. Герметизація ізоляційних шарів: правильна герметизація з'єднань і щілин між ізоляційними матеріалами, вікнами і дверима допомагає уникнути тепловтрат.

Але, якою б ефективною не була теплоізоляція неможливо обдурити фундаментальні закони природи: одне з формулювань 2 закону термодинаміки говорить: «Теплота не може переходити сама собою від більш холодного тіла до більш теплого», а отже виникає необхідність компенсації тепловтрат, для чого необхідна Ефективна система опалення і кондиціонування. Бо поряд з комфортною температурою завжди крокує питання кондиціонування, що пов'язані з вологию та повітрообміном. Сучасні системи повинні відповідати деяким умовам і можуть складатись як із класичних радіаторів, так і з підлоги, що підігрівається та ультрачервоних опалювачів і їх комбінації із іншими приладами.

Заходи, які дозволяють поліпшити енергоефективність будинку, практично зводять до нуля природний повітрообмін. Тому в сучасних енергоефективних будинках значно зростає значення системи вентиляції. З одного боку, вона повинна забезпечити хороший повітрообмін, забезпечивши приплив повітря, багатого киснем, і видалення повітря з підвищеним вмістом вуглекислоти. З іншого боку – повітрообмін повинен супроводжуватися мінімальними втратами тепла. Для цього використовуються спеціальні системи примусової вентиляції з рекупераційними установками. Взимку вони дозволяють підігрівати повітря, що надходить ззовні, а влітку – охолоджують його.

Модернізація системи опалення: тут можна виділити кілька напрямків:

- підбір обладнання з найбільшим ККД, домогтися підвищення ККД системи опалення можна за рахунок комбінування різних енергоносіїв, наприклад, газ у день і електрокотел вночі (коли діє вигідний нічний тариф) та використання твердопаливних котлів, які використовують пелети з соломи, відходів деревини, відходів переробки соняшника і т.д.;

- встановлення циркуляційних насосів для забезпечення примусової циркуляції теплоносія, підбір і установку енергоефективних радіаторів та програмування режиму опалення.

Енергоефективність будинку – одна з основних вимог при проведенні проектування нових будинків в сучасному сільському господарстві. Сучасні технології та конструкційні рішення дозволяють значно підвищити ефективність використання всіх видів енергоносіїв.

#### Список літератури:

1. М.Ф. Боженко «Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель» К., «КПІ ім. Ігоря Сікорського» 2019
2. Степанюк А.В. Архітектурне проектування будівель і споруд сільськи поселень: Навчальний посібник/А.В.Степаненко, Р.В. Кюнцлі, Я.Є. Фамуляк. – Львів:НВФ «Українські технології», 2015,-296с.

## РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Кучерявий М.В., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)  
[zoooms@btu.kharkov.ua](mailto:zoooms@btu.kharkov.ua)

*The development of innovative technologies in the construction industry helps reduce construction costs and improve process efficiency by using new materials and methods. This opens up new opportunities for building sustainable and energy-efficient structures that meet modern environmental and safety requirements.*

### Вступ

Будівельна галузь постійно розвивається, впроваджуючи нові матеріали, які покращують енергоефективність, довговічність і екологічність споруд. Традиційні будівельні матеріали, такі як бетон, цегла та дерево, поступово доповнюються або замінюються інноваційними рішеннями, що мають покращені експлуатаційні характеристики. Значну увагу приділяють легким та високоміцним конструкціям, зокрема мінеральним утеплювачам нового покоління, вуглецевим композитам і наноматеріалам, які дозволяють зменшити масу будівельних елементів без втрати їхньої надійності.

### Сучасні матеріали

Одним з набираючих матеріалів для утеплення будівлі є мінеральна вата, це матеріал одержуваний з розплавів гірських базальтових порід або доменних шлаків. Серед основних переваг виділяється вогнетривкість, теплоізолюючі властивості та паропроникність. Завдяки можливості пропускати водяну пару стіни утеплені мін. ватою можуть пропускати вологу та не збирати конденсат у собі, але у свою чергу потребує гідроізоляції, щоб волога не збиралась у стінах і теплоізолюючі властивості не зменшувались. Зважаючи на сучасний курс до екологічності матеріалів мінеральна вата є чудовим прикладом серед ізоляції, тому що вона не містить шкідливих речовин та безпечна для здоров'я.

Також відносно нещодавно з'явився целюлозний утеплювач. Цей матеріал виготовляють з відходів целюлозної промисловості або з використаних паперових виробів. При виробництві целюлозні вироби подрібнюють та додають суміші для підвищення вогнетривкості та можливості тримати форму. Цей субстрат може потрапляти у найдрібніші щелини та заповнювати їх і за рахунок цього може конкурувати з іншими утеплювачами. Завдяки своїй текстурі матеріал пропонує сильні звукоізолюючі властивості.

Мінеральне дерево – цей будівельний матеріал, виготовляється зі звичайної деревної стружки або тирси, яка просочується мінеральними зв'язуючими речовинами – цементом, магнезитом або рідким склом. Завдяки цьому структура дерева не лише зберігається, а й набуває нових властивостей, що роблять матеріал практично неуразливим для часу та зовнішніх впливів. Стіни з такого матеріалу забезпечують потрібний рівень тепла в зимку і прохолоди влітку. На відміну від звичайної деревини, мінеральне дерево не горить, а лише обвуглюється при екстремальних температурах, зберігаючи свою структуру. Його волокниста текстура забезпечує чудову тепло- та звукоізоляцію, що робить примі-

щення затишним і тихим.

### **Новітні технології в будівництві**

Незнімна опалубка – це інноваційний будівельний матеріал, що поєднує функції одночасно опалубки та теплоізоляції, забезпечуючи міцність, енергоефективність і швидкість зведення будівель. Вона складається з блоків, які встановлюються на будмайданчику, а потім заливаються бетоном, утворюючи монолітну конструкцію. Після затвердіння бетону опалубка не демонтується, а залишається частиною стіни, виконуючи роль утеплювача. Для таких блоків часто використовують пінополістирол, фіброцемент або деревобетон, що мають низьку теплопровідність та відмінну звукоізоляцію.

Легкі сталеві тонкостінні конструкції (ЛСТК) – це сучасна технологія каркасного будівництва, яка поєднує високу міцність сталі з легкістю та швидкістю монтажу. Основу конструкції складають оцинковані сталеві профілі, виготовлені з тонколистової сталі товщиною від 0,7 до 2 мм. Будівлі з ЛСТК мають легкий, але жорсткий каркас, що не потребує масивного фундаменту, що значно знижує витрати та пришвидшує процес зведення. ЛСТК широко використовуються для будівництва житлових будинків, комерційних споруд, ангарів, модульних приміщень та мансардних надбудов, оскільки вони значно легші за традиційні бетонні чи цегляні конструкції.

### **Проблематика сучасного будівництва**

Ефективність будівельної галузі залежить не лише від використання новітніх матеріалів і технологій, а й від злагодженості всіх етапів – від проектування до експлуатації. В умовах стрімкої урбанізації будівельний сектор стикається з численними викликами, які ускладнюють реалізацію проектів та знижують їхню якість. Наразі в Україні встає питання щодо наступних проблем:

1. розроблення проектної документації низької якості, що призводить до її коригування та, відповідно, до збільшення кошторисної вартості об'єктів будівництва і збільшення термінів реалізації проектів;
2. ресурсоємність процесу розроблення проектної документації, затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи;
3. застарілість нормативного забезпечення у будівництві;
4. низький рівень залучення інвестицій;
5. ускладненість доступу для вітчизняних проектних компаній (архітекторів, інженерів) до міжнародного ринку проектування об'єктів будівництва;
6. недостатній рівень впровадження заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності та високий рівень енергоспоживання будівель;
7. використання будівельним сектором значної кількості невідновлюваної енергії, що призводить до забруднення довкілля та збільшення кількості шкідливих викидів.



## ВРАХУВАННЯ ЯВИЩА ВТРАТИ СТІЙКОСТІ ПРИ РОЗРАХУНКУ БРУСКОВИХ КОЛОН НА МІЦНІСТЬ

Петров А.М., к.т.н., доцент; Мерзляков М.О., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The paper considers the calculation of the strength of bar columns under the action of a centrally applied vertical load, taking into account the possible loss of stability of the compressed element.*

Розглянута в роботі брускова колона являє собою бетонний брус квадратного або прямокутного перерізу, зовні армований по кутах сталевими кутниками, які жорстко з'єднані поперечними стрижнями - хомутами. Брус закріплений по кінцях шарнірно, завантажений центрально прикладеними силами. Зовнішнє навантаження передається на бетон і сталь одночасно.

Виділимо з розглянутої колони об'ємний сталобетонний елемент із розмірами поперечного перерізу  $a$  й  $b$ , висотою рівною відстані між двома сусідніми хомутами  $s$ . Розглянемо роботу виділеного сталобетонного елемента при прикладанні навантаження вертикально у центрі ваги перерізу. За невідомі приймемо сили контактної взаємодії між бетонним ядром і кутниками обойми  $X_1, X_2, \dots, X_n$  (рис.1). Розкриємо статичну невизначеність розглянутої конструкції методом сил.

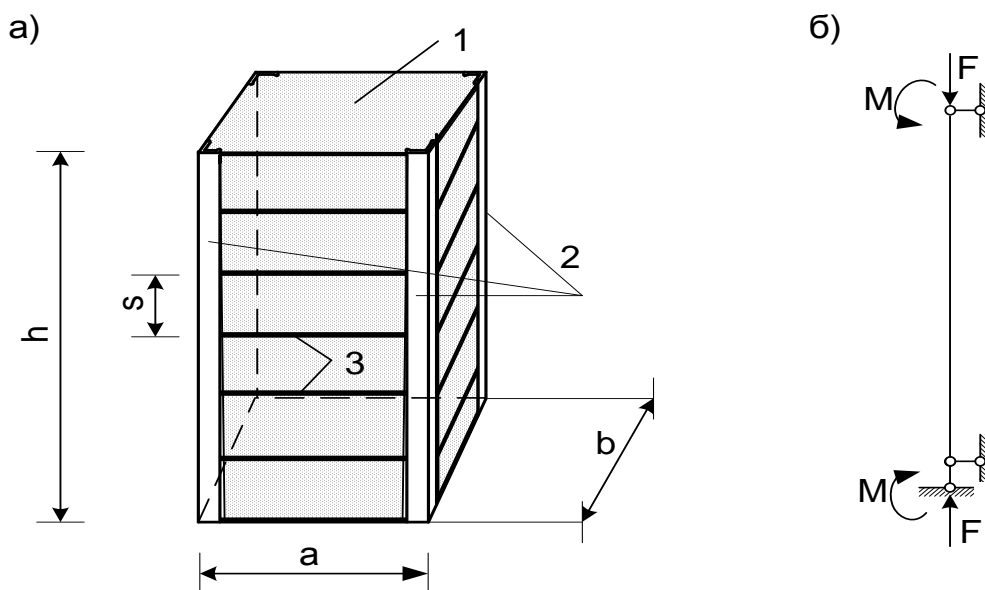


Рис. 1. Схема конструкції бруска й розрахункова схема:

а) схема конструкції бруска: 1 - бетонне ядро; 2 - кутники; 3 - хомути; б) розрахункова схема.

Сили контактної взаємодії, що діють між бетонним ядром і сталеву обоймою, визначимо з умов рівності переміщень на границі контакту. Запишемо ці умови у вигляді систем канонічних рівнянь методу сил (1).

$$A \cdot X = -F \quad \text{або} \quad A \cdot X = -R, \quad (1)$$

Дане рішення дозволяє одержати залежність між згинальним моментом і кривизною й здійснити розрахунок на поздовжнє згинання. Для цього розглянемо прямий сталобетонний стрижень довжиною  $\ell$ , завантажений на торцях стискаючими силами  $F$  і моментами  $M_0$ , що викликають плоске згинання (рис 2).

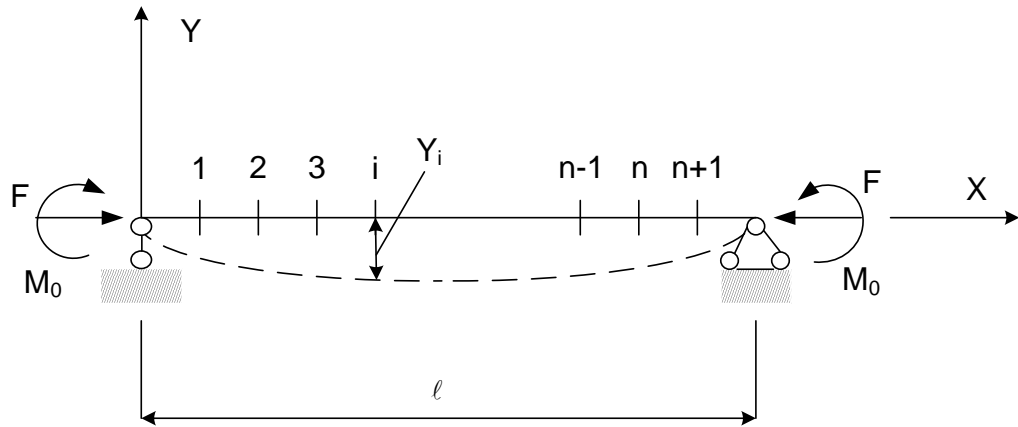


Рис. 2. Розрахункова схема стрижня.

Диференціальне рівняння вигнутої осі стрижня має такий вигляд:

$$K_i = F(M_i) = \frac{M_i}{D_i} \quad (2)$$

де  $D_i$  – жорсткість при згинанні;  $M_i$  – згинальний момент у будь-якому перерізі стрижня, визначаємий по формулі:

$$M_i = F(e_0 + Y_i) + M_0 \quad (3),$$

де  $e_0$  – випадковий ексцентриситет;  $Y_i$  – функція прогинів;

$M_0$  – торцевий момент, визначаємий по залежності:

$$M_0 = F(e - e_0) \quad (4),$$

де  $P$  - поздовжнє зусилля;  $e$  - заданий ексцентриситет.

Кривизна перерізу визначається по наступній формулі:

$$K_i = \frac{\partial^2 Y_i}{\partial x^2} \quad (5)$$

Рішення рівняння 25 здійснюється методом кінцевих різниць. Завдання полягає в тім, щоб знайти торцевий момент  $M_0$ , що для заданого стрижня викликав би в найнебезпечнішому перетині (посередині прольоту) максимально припустимий момент, отриманий з розрахунку сталобетонного елемента одичної довжини. У першому наближенні прогин приймається рівним нулю. Величина прогинів у вузлах сітки уточнюється в ітераційному процесі, що триває до досягнення необхідної точності.

## ОСОБЛИВОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЗЙОМОК ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ АВТОШЛЯХІВ УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА

Носуля О.Є., Медведєв Г.Є., студенти

Сорокіна В.П. – науковий керівник

(Харківський державний професійно-педагогічний фаховий коледж

ім. В.І. Вернадського, м. Харків, Україна)

*The essence of the geodetic surveying process in the design of roads in rural areas is considered. The main difficulties are highlighted and technologies for improving the accuracy of geodetic surveys in rural areas are proposed.*

Розвиток транспортної інфраструктури в сільській місцевості є важливим фактором економічного та соціального зростання. Планування автошляхів у сільських регіонах України потребує точних геодезичних зйомок, що дозволяють оптимізувати прокладання доріг з урахуванням рельєфу, типів ґрунтів, водних ресурсів та існуючих інженерних комунікацій. Враховуючи сучасні вимоги до дорожнього будівництва та технологічні досягнення у сфері геодезії, важливо розглянути особливості виконання геодезичних робіт у процесі проектування автошляхів у сільській місцевості.

Геодезичні зйомки для планування сільських автошляхів передбачають проведення комплексу робіт, що включає топографічні, інженерно-геодезичні та гідрографічні дослідження. Спочатку проводиться топографічна зйомка, основною метою якої є визначення рельєфу місцевості, наявності природних і штучних перешкод, водних об'єктів та зелених насаджень. Наступним етапом здійснюються інженерно-геодезичні дослідження. Під час їх проведення можуть застосовуватися бурові дослідження, георадарне сканування, лазерне сканування інші. Отримані результати використовуються для аналізу несучої здатності ґрунтів, стабільності схилів та можливості осідання дорожнього полотна. Після проведення інженерно-геодезичних досліджень або разом з ними проводяться гідрографічні роботи. Їх завданням є оцінка дренажних умови території та визначення місць потенційного затоплення автошляхів. Під час проведення гідрографічних робіт нерідко застосовуються гідрологічні моделі, які можуть прогнозувати стік води під час дощових періодів.

Основними труднощами під час проведення геодезичних зйомок у сільській місцевості є нерівномірний рельєф та заболочені ділянки, що ускладнюють доступ до деяких територій; недостатній рівень цифровізації картографічних матеріалів у сільських громадах; складність інтеграції нових автошляхів у наявну інфраструктуру через обмежені земельні ресурси.

З метою підвищення точності геодезичних зйомок доцільно застосовувати новітні технології, зокрема: GNSS-приймачі для високоточних координатних вимірювань; БПЛА для швидкої аерофотозйомки місцевості; LIDAR-системи, що забезпечують детальну тривимірну модель рельєфу; геоінформаційні системи (ГІС) для обробки та аналізу отриманих даних.

Таким чином, проведення геодезичних зйомок є ключовим етапом планування сільських автошляхів, що забезпечує їхню ефективність та довговічність.

**ПОЧАТКОВИЙ ПЕРІОД ЗМІНИ ПРОЄКТНИХ ПІДХОДІВ  
В АРХІТЕКТУРІ ТА МІСТОБУДУВАННІ ХАРКОВА  
(2 пол. 1950-х рр.)**

Романова С.С., аспірантка кафедри основ архітектурного проєктування  
ХНУМГ імені О.М. Бекетова

*Political changes in the USSR that took place after 1953 soon led to the adoption of a number of programmatic decisions in the field of architecture and construction, which initiated a radical turn in architectural and urban planning design towards the principles of modernism and the subsequent accelerated deployment of industrial construction technologies. At this time, residential building designs were approved and implemented both using classical architectural elements and in a fairly "laconic" form. Only the beginning of mass industrial construction in the 1960s finally put an end to the use of classical techniques of the post-war "triumphant" architecture.*

Політичні зміни у СРСР, які відбулися після 1953 р., незабаром призвели до прийняття низки програмних рішень в галузі архітектури й будівництва, які започаткували процес радикального повороту в архітектурно-містобудівному проєктуванні до принципів модернізму та подальшого прискореного розгортання індустріальних технологій будівництва. Офіційною причиною цього «перелому» називалися вагомі соціально-економічні чинники, однак він має як техніко-економічні причини, так і політико-ідеологічні. [1] Рішучому повороту до модернізму передувала пропагандистська кампанія проти «хиб» у проєктуванні та будівництві, у т.ч. в Харкові. [2]

Реалізації проєктних рішень притаманна певна інерційність, тож у цей період в Харкові тривало зведення будівель, запроєктованих перед 1955 р. Реконструкція Дому Проєктів для Харківського держуніверситету, будівництво т. зв. «Арешкінської вежі» було продовжено та завершено у більш спрощених варіантах, не всі нові висотні будинки у місті отримали заплановане шпильове завершення.

В часи, перехідні до початку індустріального будівництва, у Харкові можна спостерігати реалізацію проєктів у стилістиці попереднього періоду, але у

більш стриманій манері. Прикладами є невелика акуратна будівля Центрального автовокзалу (сучасний Аерокосмічний пр., 22, арх. О. Крикін, 1958 р.), будівля Комітету держбезпеки та Головного управління МВС в Харківській області (сучасна вул. Жон Мироносиць, 5/7, арх. Н. Чорноморченко, З. Юдкевич, 1958-1962 рр.) У 1956 р. архітекторами Н. Підгорним та Е. Гальперіним був втілений у життя проєкт нового корпусу Харківського інституту інженерів залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7.

В цей час були затверджені та реалізовані проєкти житлових будинків як з використанням класичних архітектурних елементів, так і у достатньо «лаконічному» вигляді. Остаточо поклав край використанню класичних прийомів часів післявоєнної «тріумфальної» архітектури тільки початок масового індустріального будівництва у 1960-і рр.

Таким чином, кардинальний поворот сер. 1950-х рр. до архітектурної естетики модернізму не впливав із внутрішньої логіки попереднього періоду розвитку радянської архітектури. Певний час у Харкові продовжувалася реалізація, хоча і з певними змінами в бік спрощення, будівель і комплексів, запроєктованих перед 1955 р.

### Список джерел

1. Буряк О. Процеси та інститути відтворення архітектурного професіоналізму у вітчизняній архітектурі 2-ї пол. XX – поч. XXI ст.: дис. ... докт. архітектури: 18.00.01. Харків: ХНУБА, 2015. 387 с.

2. Романова С., Буряк О. Відображення змін в архітектурі та містобудуванні Харкова післявоєнного часу у періодичних фахових виданнях. Стаття 1. Період від сер. 1940-х до 2-ї пол. 1950-х рр. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. Київ: КНУБА, 2024. Вип. 69. С.83-94.  
<https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.69.83-94>

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УЛАШТУВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ ПРИ СІЛЬСЬКОМУ БУДІВНИЦТВІ

В.А. Скарга, студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)  
[zoooms@btu.kharkov.ua](mailto:zoooms@btu.kharkov.ua)

*The paper presents a technology for producing ultra-high-strength, fine-grained concrete for thin-walled piles in civil construction. Theoretical calculations have established that it is feasible to manufacture concrete piles based on fine-grained concrete using the pressing method, which ensures a strong bond with the surrounding soil of the pre-drilled borehole walls.*

Призначення фундаментів – передавати навантаження від ваги споруди на ґрунт. Конструкція та структура фундаменту повинна забезпечити довготривале існування споруд без появи тріщин в стінках будинку.

Традиційна (загально прийнята) конструкція фундаментів для однопверхових будинків на селі та околицях міст, а також в заміських садах – це стрічкові фундаменти, які виготовляються з бетону або з окремих залізобетонних блоків.

В зв'язку з деформацією ґрунту після морозів, стрічковий фундамент заглиблюють нижче зони промерзання (на півночі України до 1.2м). При ширині фундаменту 0.3м для трикімнатного будинку витрата бетону дорівнює  $40\text{м}^3$ . Значно зменшити витрати бетону можливо за рахунок використання пальових фундаментів.

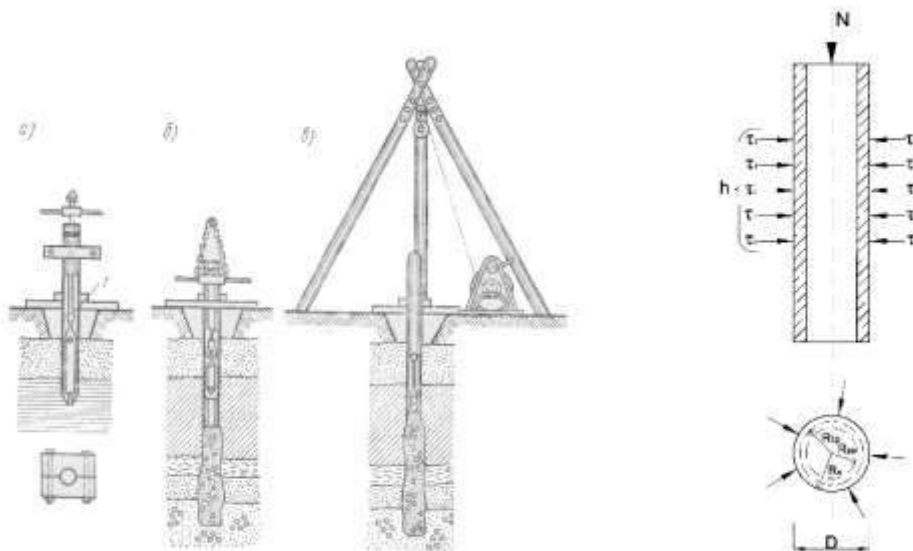


Рис. 1. I) Схема виготовлення палі Страуса: а) Буріння свердловини; б) Подача бетону в трубу; в) Трамбування бетону; II) Конструкція пальової основи і діючі зусилля: N – вертикальне навантаження, f – зусилля зщеплення палі з ґрунтом, h – товщина шару несучої частини палі в ґрунті. II) Тонкостінна паля, виготовлена методом пресування в ґрунті за новітньою технологією.

Перевага фундаментів на палях перед стрічковими в тому, що палі можна заглибити в ґрунт значно глибше зони промерзання. Технологія виготовлення

паль надана на (Рис.1). Ручним буром виготовляють свердловину, яку згодом заповнюють бетоном. Але тому, що ручна робота з буріння була дуже важка, палі Страуса отримали обмежене застосування. В теперішні часи умови буріння полегшилися. З'явилися легкі пересувні ямбури, які дозволяють майже автоматично зі швидкістю 1м/хв отримувати свердловину. Завдяки можливості відносно легкого засобу буріння розроблено засіб формування палі в середині отвору вибуреної свердловини.

Отримання високоміцних водонепроникних бетонів з дрібнозернистих бетонних сумішей вимагає використання інтенсивних способів ущільнення бетонної суміші, наприклад, тромбування, пресування або роликового прокату.

Пресування, як метод ущільнення бетонних сумішей, розповсюджений в виробництві бетонних труб. Цим методом досягнуто високі показники по міцності бетонів на цементному в'язучому.

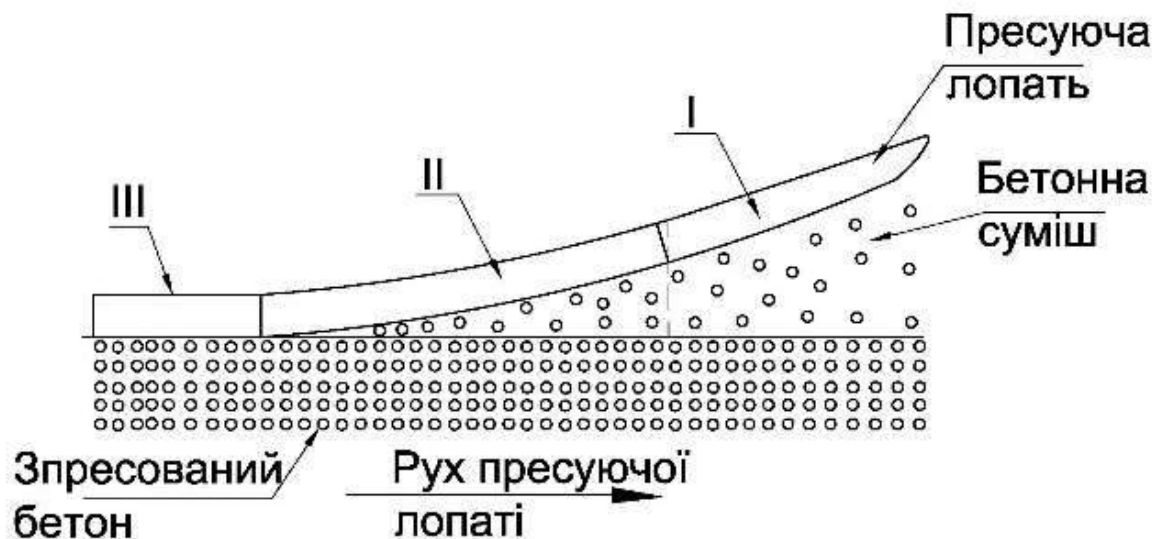


Рис.2. Вигнута лопать для пресування бетону

При виготовленні палі у свердловинах можна використовувати вигнуту лопать для пресування бетону (Рис 2). В результаті ущільнення бетону отримуємо палі з підвищеною несучою здатністю по міцності бетону і щеплення з грунтом.

### Список літератури

1. Самородов А.В., Табачников С.В. Способ определения сил сопротивления песчаного грунта по боковой поверхности модельной сваи в состоянии покоя. Зб. наук. праць: Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, 2015. Вип. 5 (79). С. 91-95.
2. Люлько О.О., Бондар В.О. Особливості формування трубчатих палі в підтоплених грунтах // Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, 2016. - №3 (85). - С. 158-162.
3. Табачников С. В., Найдьонова В. Є. До питання математичного моделювання роботи бурових палі з урахуванням довантажувальних сил тертя, що діють по бічній поверхні Зб. наук. праць: Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, 2018. Вип. 2 (92). С. 184-188.

**ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ**І.О. Рябушина, к. арх., доц., [MaMa.Kota.Iri@gmail.com](mailto:MaMa.Kota.Iri@gmail.com)М.М. Сліченко, студентка 1 курсу, [slicenko045@gmail.com](mailto:slicenko045@gmail.com)

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

*The study is aimed at examining the main modern type of residential development - multi-storey buildings and their typological characteristics. Special attention is paid to the features of their typological, archetypal and structural constructions.*

Житлове середовище є найважливішою частиною життя людини. В ньому проходить більша частина нашого часу, тут ми відпочиваємо, працюємо, спілкуємося з родиною та друзями. Від якості його просторового, технічного, естетичного устрою здебільшого залежить і якість нашого буття.

Житлові будинки поділяються на малоповерхові та багатоповерхові. Основним напрямком міської, а останнім часом все частіше і сільської, є саме багатоповерхова забудова (висота від 5 поверхів і до безкінечності).

1. На сьогодні існує три типи висотної забудови – будівлі середньоповерхові, багатоповерхові та хмарочоси.

*Будинки середньої поверховості*, частіше за все, складаються з п'яти-дванадцяти поверхів. Це найбільш поширений тип багатоповерхової забудови, що склалася, зустрічається в містах і заміських районах та є «перехідною ланкою» між забудовою малоповерховою і багатоповерховою. В них відносно дешевий м<sup>2</sup>, квартири малої площі та низької комфортності, суспільні додаткові зручності відсутні.

*Багатоповерхові будинки* мають до двадцяти п'яти поверхів, м<sup>2</sup> вартує недешево, квартири підвищеної комфортності. Як правило, є додаткові суспільні зручності: різнопрофільні магазини, майстерні, кав'ярні тощо в перших двох поверхах.

*Хмарочоси* складаються з двадцяти п'яти і більше поверхів, тобто середньостатистичний хмарочос має висоту приблизно 100-150 м., м<sup>2</sup> вартує досить дорого, квартири, як правило, класу люкс, великої площі, бувають двоповерховими чи двосвітними. Передбачена значна кількість додаткових суспільних зручностей та розваг, чудове обслуговування та охоронні системи.

2. Якщо розглядати висотну забудову з точки зору архетипічних побудов, можна побачити піраміди різних параметрів, циліндри, сполучення двох чи декількох архетипів, що надає їм дивний, часто немислимий вигляд. Але найбільш поширеним архетипічним рішенням для багатоповерхового будинку середньої поверховості (5-12 поверхів) є паралелепіпед горизонтальний, для багатоповерхових (12 і далі поверхів) – вертикальний. Горизонтальні та вертикальні паралелепіпеди (поняття, що було введено американським архітектором німецького походження Л. Міс ван дер Роє приблизно у середині ХХ ст.) можуть складати різні комбінації, що значно урізноманітнює об'ємно-просторові та силуетні побудови міст та селищ.

3. Найбільш розповсюдженим типом структурної побудови багатоповерхових житлових споруд є секційна. Секція може бути сепаратним будинком,



або частиною будинку, має свою сходову клітину, ліфт і самостійний вихід на відкритий простір. [1]

*Односекційні будівлі* ще називають точковими, баштовими, будинками-свічками або стрижнями (вертикальні паралелепіеди). Квартири в них розташовані навколо одного сходово-ліфтового вузла. За конфігурацією плану вони можуть бути квадратними, прямокутними, Т-образними, трипроменевими, хрестоподібними, парноблочними, круглими і складної конфігурації.

*Багатосекційні будівлі* складаються з декількох самостійних секцій (горизонтальний паралелепіед). За ступенем блокування секції поділяють на лінійні поворотні та багатопроменеві:

- лінійні секції в залежності від способу блокування поділяють на рядові, кутові, поворотні і торцеві. Кожна з них, крім торцевої, має дві протилежні глухі стіни, які необхідні для блокування з сусідніми секціями. Торцеві секції розташовуються по краях будинку, одна з таких стін повинна блокуватися з сусідньою рядовою.

- поворотні секції використовуються для проектування будинків, які мають в плані складну композицію з поворотами і зламами фасадної лінії. Ці секції можуть повертатися від 90 до 180°.

- багатопроменеві Т, V-образні та хрестоподібні секції побудовані на основі моноцентричного перетину композиційних осей. Вони дають можливість формувати різноманітні містобудівні ефекти за допомогою самостійних односекційних башт або центральних в багатосекційній композиції. Вони дозволяють розмістити більшу кількість квартир на поверсі, проте мають ряд недоліків: ускладнення інсоляції через затінення приміщень, зорієнтованих на південь променями секції; ускладнення візуальної ізоляції приміщень, особливо з кутом 90° між променями; наявність великої кількості темної, без природного світла, площі в місці перетину променів; збільшення периметра зовнішніх стін.

В дане дослідження свідомо не включений розгляд екологічної багатоповислої житлової забудови, яка наразі дуже популярна, актуальна і модна. Але це є досить обширним і самостійним дослідженням, яке може стати темою чергової наукової роботи.

### **Список літератури.**

1. ДБН В.2.2-Х-20XX Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. URL: <https://www.bau.com.ua/library/dbn-v22-h-20hh-budinki-i-sporudi#table-of-contents-h2h3class-name-2> (дата звернення 18.02.2025)

2. ДБН В.2.2-41:2019 Висотні будівлі. Основні положення. URL: [https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/10/DBN\\_V22-41-2019-Vysotni-budynky.pdf](https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/10/DBN_V22-41-2019-Vysotni-budynky.pdf) (дата звернення 16.02.2025)

3. Планувальні схеми цивільних будівель. URL: <https://studfile.net/preview/1640206/> (дата звернення 19.02.2025)

4. Планувальні схеми жилих будинків. Класифікація житлових будівель. URL: <https://studfile.net/preview/8864844/page:16/> (дата звернення 19.02.2025)

## ПРОЄКТ ДВОПОВЕРХОВОГО ПРИВАТНОГО БУДИНКУ З ТЕРАСОЮ У СЕЛИЩІ СОКІЛЬНИКИ

Петров А.М., к.т.н., доцент; Спіра Д.М., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*A project has been developed for a two-story comfortable private cottage-type house with a terrace in the village of Sokolnyky*

**Вступ.** Будівництво – це процес зведення будівель і споруд, що містять також їх капітальний і поточний ремонт, реконструкцію, реставрацію та реновацію. Сучасними тенденціями у будівництві є архітектурні експерименти з формами та лініями, функціональність, екологічність та енергоефективність будівельних та оздоблювальних ресурсів, новітні методики проєктування та будівництва. Також характерна риса будинків сучасної архітектури – це прагнення створити ілюзію злиття з природою. Широкі веранди і тераси, панорамні вікна і скляні стіни – вирішують це непросте завдання.

### Проєкт двоповерхового приватного будинку з терасою у с-щі Сокольники

Проєкт передбачає комфортні житлові та побутові умови враховуючи особливості району будівництва та кліматичні умови у м. Харкові, с-ще Сокольники. Згідно проєкту в будинку планується – електропостачання, газопостачання, автономне водопостачання зі свердловини та автономна господарсько-побутова каналізація. Висота поверху складає – 2,8 м. Вид будівництва – нове. Ступінь довговічності – I – з терміном служби 100 років. Клас будівлі за капітальністю – I – висококапітальні. Ступінь вогнестійкості - I-II будинки з несучими та огорожуючими конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових та плитних негорючих матеріалів. Клас функціональної пожежної небезпеки – Ф1.4 будівлі, призначені для постійного проживання і тимчасового перебування людей, в тому числі одноквартирні житлові будинки (у тому числі блоковані). Рівень відповідальності (клас наслідків) – СС1 – незначні наслідки (житлові будинки до 4-х поверхів).

### Природні умови

Ґрунти основи – чорнозем. Нормативна глибина промерзання ґрунту – 0,9-1 м. Найвищий рівень ґрунтових вод – 2,5 м. Будівельно кліматичний район – р-н I (північно-західний). Розрахункове снігове навантаження – 1600 Па (1,6 кПа). Сейсмічність району будівництва – 6 балів. Зона вологості – волога. Нормативне значення швидкості вітру – р-н III (500 Па) (від 4,3 до 4,7 м/с). Переважний напрям вітру в зимовий період – східний, південно-східний.

### Архітектурно-планувальне рішення

Будинок в плані має складку форму із загальними розмірами – 28,96 x 17,73 м, загальною площею – 684,5 м<sup>2</sup>. Будинок двоповерховий: на першому поверсі передбачені такі приміщення – передпокій, гардеробна кімната, котельня, робочий кабінет, ванна кімната, кухня суміщена з їдальнею та вітальнею; на другому – 3 спальні кімнати, 2 ванних кімнати, пральня. Для переміщення між поверхами використовуються сходи на металевому каркасі. Запроєктовано пло-

ський неексплуатований дах з ухилом  $3^\circ$  оснащений водостічною системою.

### Конструкція будівлі

Запроектовано комбіновані монолітні залізобетонні фундаменти – стрічкові і пальові з глибиною закладання 1800 мм, товщина монолітного стрічкового фундаменту під несучі стіни складає 500 мм; палі з квадратним перетином 500 x 500 мм. Несучі стіни вироблені з газобетону і мають товщину 400 мм. Міжкімнатні перегородки запроектовані з керамічної цегли 120 мм. Міжповерхове перекриття запроектовано монолітне залізобетонне товщиною 120 мм.



Рис.1 – Фасад Г` - 5



Рис.2 – Фасад 1 - 5

## ПРИНЦИПИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПАМ'ЯТОК АРХІТЕКТУРИ У СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

### на прикладі Оксфордширу, Англія

Тимченко Д.Д., аспірантка II курсу (ХНУМГ ім. О.М. Бекетова)

*The preservation of architectural heritage in England is strictly regulated, with Historic England and local councils overseeing the protection of Listed Buildings and Conservation Areas. Oxfordshire, known for its historic villages, follows strict guidelines emphasizing traditional materials, restricted modernization, and landscape conservation. Public involvement, grants, and adaptive reuse of buildings support heritage preservation while maintaining the region's historical identity.*

Збереження пам'яток архітектури є вагомою частиною сучасної архітектурної та містобудівної політики Сполученого Королівства, зокрема Англії. Контроль історичної забудови здійснюється на території усїєї країни, від міста-гіганта Лондона до найвіддаленіших крихітних поселень у сільській місцевості. Найбільша численність будівель, які охороняються (Listed Buildings), на території Англії, знаходиться у графстві Великий Лондон (Greater London). Це пояснюється високою концентрацією історичних будівель, включаючи палаци, церкви, особняки, громадські та звичайні приватні будинки. Серед сільських графств найбільшу кількість пам'яток архітектури мають Оксфордшир (Oxfordshire), Девон (Devon) та Кент (Kent).

Модель охорони історичних будівель в Англії базується на системі класифікації та державного регулювання. Головним органом, який відповідає за захист пам'яток архітектури є Комісія з історичних будівель та пам'яток Англії (Historic England), а контроль за змінами здійснюється місцевими радами (county/city council). Усі значущі об'єкти вносяться до Національного реєстру культурної спадщини Англії (National Heritage List for England, NHLE) і набувають статусу пам'ятки архітектури (Listed Building), які, у свою чергу поділяються на три категорії: Grade I (будівлі виняткової важливості), Grade II\* (особливо значущі об'єкти), Grade II (будинки особливого інтересу).

Збереження пам'яток архітектури у сільській місцевості Оксфордширу ґрунтується на кількох ключових принципах, серед яких можна виділити: врахування історичного контексту, використання місцевих будівельних матеріалів та традиційних методів будівництва, обмеження модернізації, а також збереження існуючого ландшафтного оточення.

Окрім того, що, та чи інша будівля може мати статус Listed Building, вона також може бути частиною охоронної зони (Conservation Area) – району міста чи селища, що репрезентує архітектурний чи історичний інтерес, та характер якого вважається необхідним до зберігання та поліпшення. Важливим стає врахування історичного контексту, підтримуючи традиційний вигляд населених пунктів, їх початкового планування. При будівництві, реконструкції та реновації використовуються місцеві матеріали (для Оксфордширу є характерними Cotswold Stone та дуб) й традиційні методи будівництва (вапняна штукатурка, очеретові покрівлі).

Модернізація суворо контролюється: заборонено використовувати пластикові вікна, бетонні прибудови та невідповідні надбудови, а нові комунікації повинні встановлюватись з мінімальним візуальним впливом. Велика увага приділяється збереженню навколишнього ландшафту – старі кам'яні стіни, живоплоти та неасфальтовані сільські дороги – залишаються частиною невід'ємного колориту, а нова забудова обмежується, щоб не порушувати традиційний вигляд. Кожна охоронна зона має свій регламентований документ, який надає інформацію про загальні архітектурні характеристики, які повинні буди дотриманими при новому будівництві/реконструкції.

Важливим фактором пам'яткоохоронної політики Оксфордширу, як і Англії в цілому, є залучення місцевих жителів до процесів реставрації та догляду за архітектурною спадщиною, що забезпечується через гранти та податкові пільги. Крім того, історичні будівлі нерідко адаптуються під нові функції — наприклад, перетворюються на гостьові будинки, кафе чи галереї, при цьому зберігається їхній оригінальний вигляд. Розвиток сталого туризму допомагає підтримувати об'єкти у хорошому стані без надмірного навантаження на інфраструктуру. В результаті всі ці заходи дозволяють Оксфордширу зберегти унікальний історичний характер селищ і захистити архітектурну спадщину від руйнування та урбанізації.

## ОБЛАШТУВАННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТНИХ ПОЛІВ

Петров А.М., к.т.н., доцент; Фуніков П.В., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*A method of constructing pile fields by drilling wells and filling them with concrete is proposed. A plant for constructing foundation pile fields is proposed.*

Облаштування залізничних та автомобільних доріг потребує використання надійних основ для їх зведення. Найчастіше це земляний насип. Така основа проста в зведенні і достатньо надійна. Але в складних умовах (мерзлі ґрунти, болотиста місцевість і т. п.), використання земляного насипу значно ускладнено, або взагалі неможливе. В таких випадках, як альтернативний варіант, пропонується облаштування основи у вигляді пальових полів.

Запропоновано спосіб зведення пального фундаменту. Суть способу полягає в тому, що в ґрунт занурюються складові палі. Складові палі складаються з секцій, які мають стикувальні елементи в торцях. Секції виконані у вигляді палих модулів одного типорозміру, при цьому кількість палих модулів або їх частин в кожній палі залежить від глибини її занурення. Спосіб включає занурення складових палей у ґрунт шляхом нарощування зануреної секції подальшою секцією, яку занурюють на глибину у відповіді з несучою здатністю ґрунту, з подальшим зрізанням виступаючої частини верхньої секції, переміщення зрізаної частини на місце занурення чергової складової палі та використання її у якості першої секції чергової складової палі.

Формування палей виконують на тому ж обладнанні, що й буріння, з тими ж показниками кількості обертів (60 в хвилину), що й при бурінні. Однак для формування палей необхідно на бурильному агрегаті змінити бурову насадку на пресуючу (рис.1). В глибину отвору занурюють пресуючий елемент до кінця, вмикають обертання пресуючої насадки і зверху подають дрібнозернисту напівсуху бетонну суміш, яка під дією пресуючої насадки формує палю. Готова палля має вигляд труби в ґрунті. На спосіб зведення пального фундаменту отримано патент на корисну модель [1].

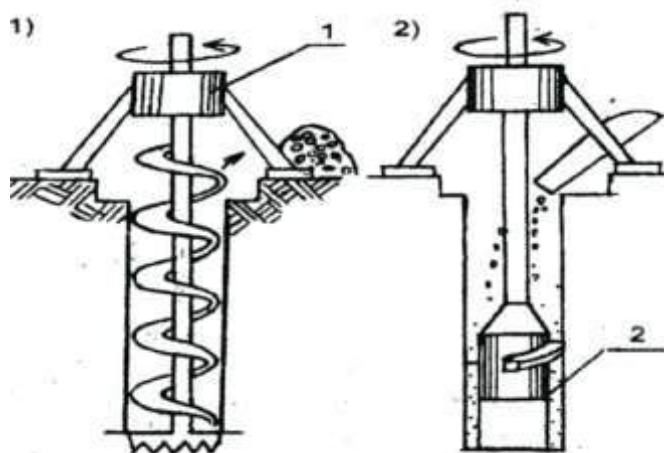


Рис. 1 Змінні насадки. 1 - бурова насадка, 2 – пресуюча насадка.

Треба зазначити, що процес облаштування палих полів досить трудомісткий і потребує значного часу. Для спрощення процесу формування палих полів запропонована спеціальна установка (рис. 2). На установку отримано па-

тент на корисну модель [2].

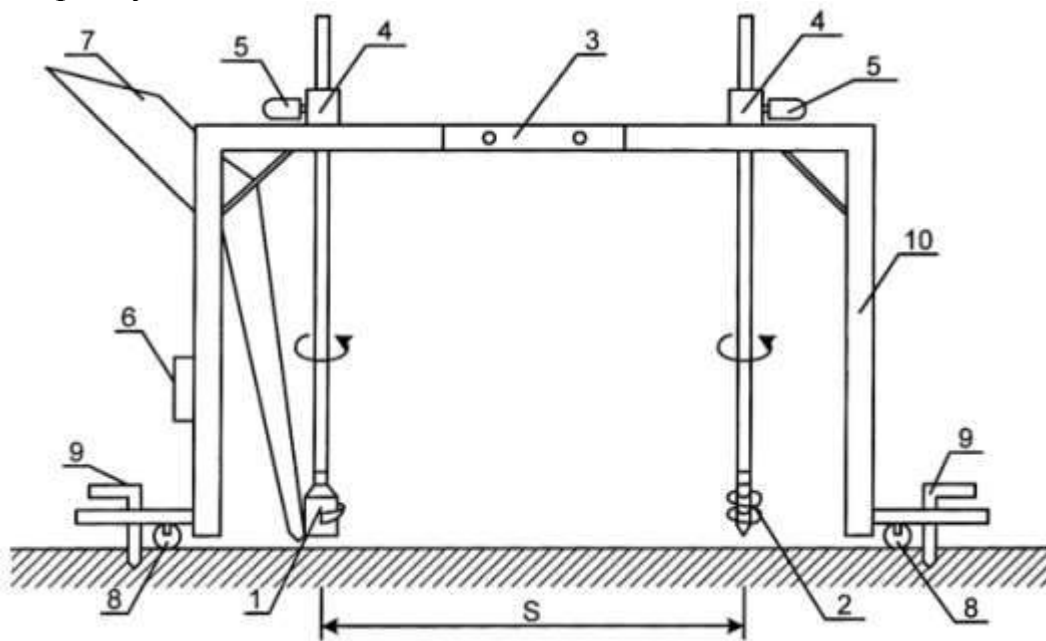


Рис. 2 Установа для формування паливних полів

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити установку для формування паливних полів, що містить насадку для формування палі, виконану у вигляді циліндру з лопатями, якому передається обертальний рух, при цьому насадка дозволяє формувати палю безпосередньо в ґрунті, щоб забезпечити ефективність пристрою.

Улаштування паливного поля виконується наступним чином:

1. На першому етапі пробурюють свердловину за допомогою буру 2.

2. Після завершення процесу буріння раму 10 переміщують і опускають у раніше пробурену свердловину насадку для формування палі.

3. Вмикають електродвигун 5 і подають напівсуху бетонну суміш по жолобу 7. В процесі пресування насадка, що формує палю поступово підіймається до поверхні.

4. Після завершення формування палі раму 10 переміщують на нове місце, де процес повторюється.

Запропонована установка проста у застосуванні, дозволяє збільшити ефективність роботи за рахунок прискорення переходу від буріння до формування палі. В результаті зменшується трудомісткість і час зведення паливного поля, що дозволяє понизити матеріальні затрати.

#### Література

1. Спосіб зведення паливного фундаменту Патент на корисну модель №141676 від 27.04.2020.

2. Установка для формування паливних полів. Патент на корисну модель №147282 від 28.04.2021.

## ПРОЄКТ РЕСТОРАНУ НА 60 МІСЦЬ, М. ПОЛТАВА

Петров А.М., к.т.н., доцент; Халенко А.С., студент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*An architectural design for the restaurant has been proposed. Architectural and planning solutions and a master development plan have been developed.*

**Вступ.** Будівництво ресторану – це створення унікальної концепції, де кожна деталь має значення, адже це не просто місце для харчування, але й простір, де люди проводять час, відпочивають, спілкуються, святкують важливі події. Тому, створюючи ресторан, важливо враховувати безліч аспектів.

Насамперед, проєкт та планування приміщень мають бути функціональними та зручними як для гостей, так і для персоналу. Для ефективної роботи закладу необхідно враховувати особливості технологічних процесів приготування їжі, зберігання продуктів та обслуговування клієнтів.

### Архітектурно-планувальні характеристики

Проєкт передбачає комфортні технологічні умови, враховуючи особливості району будівництва та кліматичні умови у м. Полтава. Для побудови даного проєкту було обрано ділянку, що знаходиться на території Корпусного саду, центр міста. Такий вибір обґрунтовується доступністю, простотою та зручністю, безпечністю та найголовніше – зв'язком з природою.

Вид будівництва – нове. Споруда складається з трьох блоків, висотою 3м, 3.5м та 4м. Клас будівлі - III (склади, одноповерхові будинки). Ступінь довговічності - II (від 50 до 100 років). Ступінь вогнестійкості - I (Будинки з несучими та огороджуючими конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових та плитних негорючих матеріалів).

### Природні умови

Кліматичний район по фізико-географічним характеристикам - I. Температурна зона - I (помірно-континентальний та помірний тип поясу, середня температура в січні -13.7, липня +21.4 (за 2021р)). Ґрунти природних основ — дерново-підзолисті (під сосновими та мішаними лісами). Рівень ґрунтових вод на глибині 9 м. від поверхні землі. Характер ґрунтових вод - не агресивні. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів 0.9 м. Зона вологості – волога.

### Генеральний план

Для будівництва ресторану на 60 місць в м. Полтава було відведено прямокутну ділянку площею 340 м<sup>2</sup>. Рельєф місцевості спокійний, без незначного схилу. Місцезнаходження: м. Полтава, вул. Соборності. Ресторан знаходиться у північно-західній частині саду від головного входу. Поряд знаходяться: стадіон, навчальні установи, громадські установи. Загальна площа споруди: 309 м<sup>2</sup>. Для під'їзду машин до будівлі передбачена заасфальтована дорога шириною 6 м. З метою створення благоприємних санітарно-гігієнічних умов проживання населення та охорони оточуючого середовища територія ділянки не зайнята будівлями та спорудами, озеленяється листяними та хвойними деревами, квітниками та кущами. Архітектурні рішення спрямовані на знаходження компромісу між органічно-екологічними деталями та практичністю.



### Конструкційні елементи

Фундамент: свайно-стрічковий, глибина закладання 1.2м. Товщина під несучі стіни складає 500мм. Несучі стіни: газобетонні блоки марки D500, товщиною 400мм. Міжкімнатні перегородки: керамічна цегла, товщиною 120 та 250 мм. Дах плоский монолітний залізобетонний, товщиною 400 мм, знаходиться під ухилом 3°.

Для зручності в експлуатації будівлю було розділено на 3 основні зони: вхідна та санітарно-гігієнічна, головна зала, виробничий цех. З цеху знаходиться облаштований під'їзд для розгрузки. Сам цех поділений на секції та кімнати для зберігання інвентаря, продуктів, морозильних камер та місця для відпочинку персоналу, кухні та ін. Також з кухні є вихід на відкриту терасу та до головного залу.



## КОНЦЕПЦІЯ КОМПЛЕКСУ ДОСЛІДНИЦЬКИХ І НАВЧАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ДБТУ НА ХАРКІВСЬКОМУ ПОДОЛІ

Чернишенко В. В., студент 4 курсу ДБТУ  
спеціальності «Архітектура та містобудування»

*The project to create a single laboratory complex should contribute to the modernization of the educational institution and its transformation into a modern research university. The complex will provide an innovative environment for learning in the process of scientific and technical developments and experiments aimed at the development of the agro-industrial sector*

**ПРИЗНАЧЕННЯ.** Проєкт створення єдиного комплексу лабораторій має сприяти модернізації навчального закладу і перетворенню його на сучасний дослідницький університет. У комплексі буде інноваційне середовище для навчання у процесі науково-технічних розробок та експериментів, спрямованих на розвиток агропромислової сфери.

### СПИСОК ЗАВДАНЬ.

*Дослідження та розробки.* Дослідницький центр має вивести експерименти та дослідження університету на новий рівень завдяки міжгалузевій інтеграції в агропромисловій сфері. Це дозволить здійснювати передові дослідження та впроваджувати інновації.

*Навчальний процес.* Лабораторії повинні бути оснащені сучасним обладнанням для проведення практичних занять, де студенти зможуть застосовувати знання з теоретичних дисциплін у реальних умовах. Це дозволить забезпечити високий рівень підготовки майбутніх фахівців у галузі будівництва та архітектури.

*Освітня та комунікаційна платформа.* Лабораторії створять умови для розвитку наукових комунікацій і міждисциплінарної співпраці, мають стати платформою для проведення виставок, конференцій, семінарів і майстер-класів, обміну досвідом з іншими університетами, науковими установами та бізнесом.

*Інтеграція у ринок інновацій.* Комплекс буде важливим засобом для розвитку співпраці університету з бізнесом і замовниками, що дозволить лабораторіям працювати не лише на внутрішній ринок, але й залучати зовнішніх партнерів. Він дозволить студентам долучатися до регіональних і міжнародних науково-дослідницьких проєктів, розширить можливості для стажування та працевлаштування.

*Адаптивність і гнучкість.* Лабораторії повинні бути адаптованими до нових вимог і технологій, що дозволяє підтримувати інноваційний рівень навчання та досліджень. Комплекс має легко трансформуватися та пристосовуватися під нові наукові і навчальні завдання. Це дозволить лабораторіям триматися на

рівні сучасних досягнень і забезпечити довгострокову ефективність.

**РОЗТАШУВАННЯ.** Розміщення лабораторного комплексу на Подолі може стати запорукою успіху проекту, у т. ч. завдяки зручній транспортній доступності та середовищному контексту. Поділ знаходиться в історичному серці Харкова та має унікальну атмосферу, що дозволяє студентам і викладачам відчувати вплив історії та культури міста, створює можливості плідної співпраці та інтеграції з іншими науковими та навчальними закладами, бізнесовими структурами.

*Територіальна доступність.* Лабораторії знаходитимуться в безпосередній близькості до багатьох нервових вузлів міста, до яких студентам, науковці та відвідувачі матимуть зручний доступ.

*Історичний контекст.* Розміщення в історичному районі має додаткову цінність для студентів завдяки унікальним можливостям взаємодії з культурним середовищем та архітектурною спадщиною.

*Культурна інтеграція.* Співпраця з іншими установами в районі, що швидко росте і розвивається, сприятиме науковим пошукам, а також інтеграції лабораторій у бізнесове та культурне середовище міста, залученню замовників і партнерів.

## ІННОВАЦІЙНІСТЬ ЗЕЛЕНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Масленнікова В.В., к.ек.н, доцент; Чорноног А.Ю., здобувачка спеціальності  
191 Архітектура та містобудування 3 курс  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article discusses the effectiveness of green roofs and facades in creating a favorable microclimate in urban spaces. It is investigated how these elements of green architecture contribute to lowering air temperature, improving air quality and reducing noise pollution.*

«Зелена архітектура» є одним із найбільш інноваційних підходів у сучасному будівництві, адже поєднує екологічні принципи, передові технології та ідеї сталого розвитку. Її інноваційність проявляється у наступних аспектах: використання відновлюваних джерел енергії; розумні системи управління будівлями; сталий дизайн та матеріали; вертикальне озеленення та інтеграція природи; водозбереження та повторне використання води; модульне та адаптивне будівництво; пасивні будівлі; інтеграція цифрових технологій.

Зелена архітектура інтегрує природу в архітектуру, спрямовуючи мінімізацію негативного впливу будівництва на навколишнє середовище. Основна мета сталої архітектури – споживати мінімальну кількість не відновлювальних ресурсів та скорочувати відходи. Рослинна архітектура є чудовим напрямком біорізноманіття.

Сучасна будівельна галузь рухається в напрямку екологічності та сталого розвитку. Ця тенденція має різноманітні методи та процедури, які покращують якість життя мешканців і водночас зменшують негативний вплив на природу. Ключовими елементами зеленого будівництва є озеленення дахів і фасадів, використання перероблених матеріалів та раціональне використання води. Зелені дахи та фасади стають дедалі популярнішими завдяки їхній ефективності у покращенні якості повітря та зменшенні ефекту міського теплового острова. Концепція передбачає покриття дахів і стін будівель рослинами, що приносить не лише естетичну користь, але й багато екологічних переваг.

Стіни рослин, зелені дахи та фасади сприяють продуктивному та позитивному ефекту біологічних коридорів, які мають створюватися в місті та покращують мікроклімат. Вони ефективно долають негативний вплив «міського теплового острова» та зменшують забруднення повітря.

У містах спекотніше, аніж у сільській місцевості – у найбільш густонаселених містах може бути на 10-12°C тепліше, особливо наприкінці дня. Це явище відоме як ефект міського теплового острова, спричинений будівлями, дорогами, бруківкою та дахами, що поглинають та акумулюють тепло. «Зелені» стіни та дахи імітують рослинне покриття сільської місцевості, допомагаючи затінювати та охолоджувати будівлі від сонця, а в результаті ці споруди поглинають менше тепла та менше перегріваються у локальному тепловому острові.

Забруднення повітря – це смертельне поєднання твердих частинок переважно із сажі та мінерального пилу, а також токсичних газів. Дослідження архітектурної групи Agur (2016 р.) показали, що навіть лише самі «зелені» фасади

без «зелених» дахів та вуличних дерев можуть призвести до локального зниження концентрації твердих частинок щонайменше на 10-20%. Це важливий факт для щільного міського середовища, особливо зі старою забудовою.

Також ці елементи зеленої архітектури сприяють зменшенню шумового забруднення, бо доведено, що, наприклад, «живі» стіни ефективніше гасять звук ззовні, такі, як дорожній рух, гучний натовп та шум від будівництва поруч, ніж більшість звичайних будівельних матеріалів. Дослідження «Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings» (Оцінка «зелених» стін як пасивної системи звукоізоляції будівель), опубліковане у 2014 р. в розділі «Прикладна акустика» видання «ScienceDirect», показало, що «зелені» стіни можуть поглинати до 40% звукової потужності та зменшити рівень звуку на 15 дБ(А).

Більш ефективно зменшувати загальний вплив на навколишнє середовище, використовувати ресурси розумних технологій дозволяє інноваційне управління будівлею.

Дослідження порівнювало акустичне поглинання «зеленої» стіни з цеглою, бетоном, штукатуркою, деревом, склом, мармуром та склопластиком. Єдиним матеріалом, який був ефективнішим за «живі» стіни, була фібергласова дошка товщиною 25 мм, яка зазвичай так і використовується для звукоізоляції.

Дослідження підтверджують, що застосування зелених дахів та фасадів у міському середовищі є ефективним інструментом покращення мікроклімату. Впровадження цих елементів зеленої архітектури демонструють значний потенціал у боротьбі з ефектом міського теплового острова та покращенні екологічної ситуації в містах. Інтеграція рослинності, стін рослин, зелених дахів та фасадів в архітектурні структури не лише підвищує естетичну привабливість будівель, але й сприяє сталому розвитку міст, зменшуючи негативний вплив урбанізації на довкілля.

Інноваційність «зеленої архітектури» полягає в її здатності інтегрувати новітні технології, природні ресурси та екологічні рішення для створення будівель майбутнього. Для України цей напрямок відкриває можливості не лише покращити якість життя, а й стати лідером у сфері сталого будівництва в регіоні, особливо в умовах повоєнного відновлення.

Таким чином, галузь, яка, для зменшення впливу будівельної галузі на навколишнє середовище, пропонує інноваційні рішення і постійно розвивається - це зелена архітектура. Екологічний дизайн є не лише економічно вигідним, але й екологічно чистим, а також естетично привабливим. Такі будівлі для майбутніх проектів слугують не лише натхненням сталого будівництва, але й встановлюють в будівництві нові стандарти. Розвиток технологій і нових матеріалів призвів до підвищення ефективності та зниження витрат, що робить у всьому світі стале будівництво для будівельних проектів все більш привабливим варіантом.

## СЕКЦІЯ 15. ФІНАНСОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ АПВ

### ТЕНДЕНЦІЇ ГЛОБАЛЬНОГО РИНКУ СТРАХУВАННЯ ЖИТТЯ

Бабенко О.А., здобувач РВО «бакалавр»  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The abstract of the scientific report highlights the role of life insurance in the world and identifies the main trends in the global life insurance market.*

Світова практика доводить, що страхування життя є одним з потужних інструментів фінансового захисту рівня добробуту населення та забезпечення економічного розвитку, одночасно є суттєвим джерелом інвестицій в економіку країни. Проте, рівень розвитку ринку страхування життя в Україні можна охарактеризувати як початковий. Страхові платежі зі страхування життя за останні 5 років не перевищували 0,1% від ВВП, що відноситься до групи таких країн як Нігерія, Аргентина, та показує суттєве відставання України від показників проникнення страхування життя у країнах ЄС.

Ринок ризикового страхування життя зростає стабільніше, ніж накопичувальне страхування, у останні роки. Swiss Re прогнозує зростання премій на 2,7% у 2025 та 2026 роках, що нижче довгострокового тренду в 3,7% на рік із 2014 по 2023 роки. Загальний обсяг премій глобального страхового ринку, за прогнозами Swiss Re, буде зростати на 2,6% щороку у 2025 та 2026 роках, при цьому підвищені відсоткові ставки, головним чином у США, підтримуватимуть прибутковість страховиків.

Враховуючи що страхування життя містить накопичувальну компоненту та є інвестиційним інструментом, а також інструментом фінансового захисту від непередбачуваних подій (ризикова компонента) інтерес до цього виду страхування у світі постійно зростає. Так, обсяг страхових премій у 2022 році склав 2813 млрд дол. у порівнянні з 190 млрд дол. у 1985 році. Сьогодні спостерігаються наступні тенденції на глобальному ринку страхування життя:

- цифровізація та автоматизація – використання штучного інтелекту для оцінки ризиків та обробки заяв, чат-боти та мобільні застосунки для взаємодії з клієнтами, впровадження блокчейну для безпеки даних і прозорості угод;

- персоналізація страхових продуктів – використання Big Data для створення ндивідуальних пропозицій, гнучкі страхові поліси з можливістю зміни умов у реальному часі, врахування способу життя клієнтів;

- зростання популярності мікрострахування – доступні страхові пакети для малозабезпечених верств населення, короткострокові поліси на основі передплати;

- інтеграція з HealthTech – стимулювання до здорового способу життя за рахунок пропозиції знижок за активність, взаємодія з медичними сервісами;

- екологічні та соціальні аспекти – впровадження екологічно відповідальних інвестиційних стратегій; соціальні ініціативи для захисту вразливих груп населення;

- розвиток індексного та інвестиційного страхування – зростання популярності unit-linked полісів (страхування, прив'язане до інвестицій), використання страхових продуктів як альтернативи пенсійним накопиченням

## ФОРМУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ В БАНКІВСЬКІЙ СФЕРІ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Лисак Г.Г., к.е.н., доцент; Баталін В.Р., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The advantages and disadvantages of creating banking ecosystems are considered; the impact of the banking ecosystem on the country's economy is determined.*

Сучасний порядок денний цифрової трансформації в банківському секторі є комплексним, охоплюючи ряд провідних діджитал-технологій і ключові групи стейкхолдерів. Аналітика даних та штучний інтелект є однією з основних сфер концентрації уваги експертів і управлінців банківського сектору на сучасному етапі в контексті цифрової трансформації.

В умовах цифрової економіки відбувається трансформація традиційних бізнес-моделей та активно впроваджується екосистемний підхід до організації бізнесу, що торкнулося банківського сектору. Цей процес зумовлений як розвитком внутрішніх бізнес-процесів підприємства, так і змінами у зовнішньому середовищі.

На нашу думку, концепція, яку можна використовувати під час створення власної банківської екосистеми – Open Banking. У такій екосистемі банки відкривають доступ до даних та власних послуг стороннім компаніям.

Одна з ключових переваг Open Banking – спрямованість на клієнта, можливість пропонувати йому більше послуг у зручнішому для нього форматі.

Як будь-яке економічне явище, банківські екосистеми мають як позитивні, і негативні боки, причому як клієнтів, так самих банків.

Основною перевагою створення банківської екосистеми виступає спрощення доступу клієнтів, що обслуговуються, до товарів і послуг організацій, які складають екосистему. Ця перевага також є основною передумовою створення екосистем у банківському секторі.

Ще однією перевагою банківських екосистем є зниження витрат транзакційного характеру. На пошук та залучення клієнтів та партнерів як фінансовим, так і нефінансовим організаціям потрібно нести витрати, зокрема, пов'язані з часом – ресурсом, що становить особливу цінність за умов динамізації всіх економічних процесів.

Третє достоїнство створення банківської екосистеми полягає у значному збільшенні клієнтської бази з допомогою інтеграції сервісів. Завдяки екосистемі користувачі отримують доступ до сервісів різної сфери обслуговування на єдиній платформі.

Незважаючи на позитивні сторони екосистеми, існує реальна загроза підвищення рівня відомих та виникнення нових ризиків.

1. Ризик ринкової концентрації. Якщо банки надмірно розвиватимуть екосистему, то спостерігатиметься відтік клієнтів на нефінансовому ринку. Негативним наслідком є те, що банки зловживатимуть екосистемами, що може призвести до цінової дискримінації.

2. Ризик витоку інформації. Оскільки в сервісах екосистеми

використовується єдиний обліковий запис, то при зломі шахраєм одного сервісу він може отримати доступ до інших.

3. Ризик фінансової нестабільності. Оскільки у сервісах екосистеми можлива оплата бонусами, балами, то це стає заміником платіжного кошти, тому Національний Банк України зможе контролювати емісію цих коштів.

Проблема регулювання банківських систем полягає в інвестуванні банком коштів у непрофільні для нього сектори економіки. Це загострює наявні ризики як власників екосистеми, так клієнтів.

Якщо екосистема перестає працювати, то власники можуть втратити бізнес, а споживачі – можливості користуватися екосистемою для задоволення своїх потреб.

Створення екосистеми означає посилення залежності банків діяльності інших учасників. У цьому випадку йдеться також про ризик втрати репутації. Крім того, розвиток екосистеми визначатиметься успішністю впровадження нових цифрових рішень усіма учасниками екосистеми. Нерозвиненість відповідної інфраструктури однієї організації-учасниці може призвести до уповільнення процесу розвитку екосистеми загалом.

Труднощі фінансового зростання в рамках розвитку екосистеми вимагають проведення процедур злиття та поглинання традиційних банків, а також зниження розмірів їх комісійних доходів задля налагодження довірчих відносин із клієнтами банку. Розглядаючи банківську екосистему як новий напрямок у розвитку банківського сектора України, слід сказати, що вона має подвійний характер впливу на економіку країни.

З одного боку, формування екосистем у банківській сфері може спричинити дискримінацію банків, які через різні обставини не можуть використовувати всі переваги інноваційних технологій у досліджуваному секторі, що згодом призведе до банкрутства відстаючих кредитних організацій.

З іншого боку, розвиток екосистем може стати потужним спонукальним фактором, який призведе до посилення конкурентної боротьби та інноваційного прориву в банківському секторі за рахунок створення нових продуктів у сфері обслуговування клієнтів банками, які хочуть зміцнити своє становище.

З соціально-економічної погляду, позитивною стороною формування банківських екосистем в Україні створення нових робочих місць громадянам країни. Можна сказати, що цифрова трансформація виступає як ключовий драйвер розвитку банківських екосистем, тому їх можна вважати перспективним напрямом формування нової моделі банківського обслуговування.

Отже, процес формування банківських екосистем в Україні нині перебуває лише на початку шляху. Розвиток екосистем в найближчому майбутньому стане ще інтенсивнішим, оскільки тенденція надання клієнтам кредитними організаціями небанківських сервісів лише посилюватиметься. Незважаючи на низку недоліків, банківські екосистеми можуть стати інструментом підвищення ефективності функціонування фінансового ринку за умови забезпечення належного контролю з боку Національного Банку України.



## ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ЗАСІБ ПРОСУВАННЯ БАНКІВСЬКИХ ПРОДУКТІВ ТА ПОСЛУГ

Лисак Г.Г., к.е.н., доцент; Герасімов Ю.С., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Prospective directions for the development of digital channels for providing financial services and factors determining the form of their provision are considered.*

Розвиток цифрових технологій модернізує традиційні напрями надання фінансових послуг, у яких з'являються інноваційні продукти та послуги кінцевих споживачів. Найбільше цей тренд спостерігається в наступних областях: платежі та перекази; фінансування; управління капіталом; штучний інтелект; аналіз великих даних та машинне навчання; біометрія та віддалена ідентифікація; блокчейн; кібербезпека; інтернет-банкінг.

Перспективні напрями розвитку цифрових каналів обслуговування

1. Розвиток штучного інтелекту. Напрямоком застосування штучного інтелекту є голосові помічники, які становлять ботів, які працюють на штучному інтелекті з допомогою систем розпізнавання голоси та обробки промови.

2. Розширення можливостей цифрових каналів банківського обслуговування для залучення нових клієнтів та підвищення їхньої лояльності. Одним із шляхів є розвиток системи бонусів та лояльності.

3. Захист від кіберзлочинів. Важливим напрямом підвищення безпеки системи мобільного банкінгу є системи біометричного захисту. Існує велика кількість таких систем, але найбільш підходящими для мобільного додатка банку є системи розпізнавання осіб, системи розпізнавання голосу, системи допуску відбитка пальців.

На форму інноваційних цифрових технологій у банківському секторі впливає низка факторів.

Найбільш важливими є технологічні чинники. Наразі, технологічні рішення банків широко визнані одними з найінноваційних серед традиційних секторів послуг. Штучний інтелект, розподілені реєстри та хмарні обчислення – це лише деякі з останніх тенденцій, якими займаються експерти у банках.

Слід відзначити, що нові технології лише частково задовольняють потреби клієнтів. Безсумнівно, технології будуть відігравати все більш значну роль у банківському секторі, дозволяючи банкам концентруватися на клієнтах та готувати персоналізовані пропозиції. Проте банки сприймаються клієнтами як інститути довіри. Це означає, що, спостерігаючи за змінами, вони також повинні розпізнавати нові види ризиків, яким піддається їхня діяльність, та протидіяти їм. Таким чином, кібербезпека стане завданням першочергового значення для банків.

Наступним визначальним чинником інноваційного характеру банківської діяльності є високий рівень конкуренції над ринком, який спонукає гравців сектору використовувати переваги новітніх технологій.

З одного боку, інновації зазвичай призводять до оптимізації процесів та у довгостроковій перспективі забезпечують економію.

З іншого боку, завдяки створенню привабливого та сучасного асортимен-

ту продукції вони забезпечують високий рівень утримання та дозволяють залучати нових клієнтів. Саме масштаб, з погляду розміру клієнтської бази, став вирішальним чинником, визначальним прибутковість банків за умов високого цінового тиску.

Однією з найважливіших умов розвитку інновацій у банківській діяльності є законодавство. Регулюючий чинник у сфері нових технологій у банківській сфері багатогранний. Насамперед це системне обмеження використання деяких технологій через недостатній рівень безпеки. Прикладом цього є обмеження на використання хмарних рішень, накладені на банки в деяких частинах світу. З іншого боку, помітними є й регуляторні заходи, що сприяють розвитку інновацій у банківському секторі. Наприклад, Великобританія створила екосистему, яка заохочує розвиток як фінансових стартапів, а й сучасних банків, які називаються необанками чи претендентами (наприклад, Starling Bank, Atom Bank і Monzo). Безперечно, що законодавство також є найслабшим місцем у розвитку інновацій на банківському ринку, оскільки тривалий законодавчий процес суперечить динамічним змінам у світі технологій. Тому той факт, що законодавство залишається за технологічними досягненнями, також є однією з основних проблем для банків.

Одним з найважливіших завдань, що стоять перед банками, є забезпечення відповідності нововведень, що впроваджуються, законодавству, яке часто відстає від описуваних технологічних змін.

Дослідження показало, що наразі понад 60% корпорацій у банківському секторі витрачають від 20 до 39% ІТ-бюджету на хмарні платформи та програмування на їх основі хмарних фінансових сервісів.

Такий високий відсоток обумовлений насамперед широким спектром застосування хмарних рішень у банках. З них до найбільш затребуваних відносяться: системи зберігання та обробки даних; системи управління взаємовідносин з клієнтами; цифрове банківське обслуговування; онлайн-платіжні системи та дистанційні транзакції; ІТ-розробки нових фінансових продуктів; безпека існуючої банківської системи; розробка та моделювання маркетингової діяльності банку.

Цей перелік можливостей застосування хмарних технологій сприймається банківським сектором як вигідний інструмент зростання експансії бізнесу, підвищення якості цифрових послуг і створення принципово нових управлінських систем.

Більшості банків України було необхідно впровадження даних можливостей для підтримки своєї конкурентоспроможності та забезпечення стабільної та безперебійної роботи своїх цифрових продуктів.

Таким чином, цифровізація відкриває нові можливості розвитку та трансформації банківської сфери, це сприяє конкурентоспроможності банків. Незважаючи на те, що використання цифрових технологій супроводжується певними кіберризиками, банки активно впроваджують нові технології та здатні стримувати загрози та атаки, що безпосередньо впливають на надійність фінансових систем.

## ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ РЕСУРСАМИ В СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Демочко С.О., здобувач ступеня «бакалавр»; Близнюк О.П., к.е.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна), [bliznukoksana@gmail.com](mailto:bliznukoksana@gmail.com)

***Abstract.** Innovative development of the national economy requires the formation of high financial potential of agro-industrial enterprises, on which business activity, profitability, financial sustainability and stability of their activities and successful implementation of the financial strategy depend.*

Управління сучасним агропромисловим підприємством в умовах нестабільності та хронічних кризових явищ в розвитку національної економіки, посилення конкуренції на ресурсному та споживчому ринках, вимагає підвищеної уваги до формування інтегрованої системи управління фінансовими ресурсами, які є базовим джерелом економічного та інноваційного потенціалу підприємств АПВ, визначають ефективність їх діяльності в ринковому середовищі, фінансову стійкість, стабільність та конкурентоздатність, забезпечують безперервність торговельно-господарських процесів, соціально-економічного розвитку та зростання ринкової вартості.

Фінансовий потенціал відображає фінансові можливості підприємства завдяки функціонуванню цілісної системи, яка включає сукупність усіх видів ресурсів та економічних чинників в їхньому взаємозв'язку та єдності, що дозволяє приносити підприємству необхідний фінансовий результат за умови стабільного фінансового стану та досягнення стратегічних і тактичних цілей соціально-економічного та інноваційного розвитку.

Фінансові ресурси будь-якого підприємства – це сукупність грошових коштів, що формуються із диверсифікованих джерел (внутрішніх та зовнішніх, наявних та потенційних власних, залучених, позикових, доходів і нагромаджень підприємства), інтегровані у відтворювальний процес, забезпечують його безперервність та генерування новоствореної вартості на мікрорівні, слугують фінансовим підґрунтям формування ресурсного, економічного та інноваційного потенціалу підприємства, можуть швидко трансформуватися в інші види економічних ресурсів (матеріальні, трудові, інформаційні), є джерелом відшкодування матеріальних затрат, виконання фінансових зобов'язань, ключовим чинником соціально-економічного розвитку й зростання ринкової вартості підприємства.

Принциповою особливістю та специфікою функціонування фінансових ресурсів агропромислових підприємств, що впливає з провідних функцій, є інтеграція їх в сферу виробництва і товарно-грошового обігу, де відбуваються обмінно-перерозподільні процеси, які відіграють визначальну роль у заключній стадії розширеного відтворення на мікроекономічному рівні: в перетворенні капіталу з товарної форми на грошову, коли відбувається зростання його вартості за рахунок новоствореної доданої вартості в процесі реалізації вироблених товарів і послуг споживачам; в зміні форм власності та доведенні вироблених товарів (послуг) зі сфери агропромислового виробництва, через обмін, до сфери споживання.

В останні роки достатньо відчутним в процесі діяльності підприємств

АПВ України став вплив зовнішніх чинників у вигляді інфляцій, зростанні фінансових ризиків, посилення конкуренції на споживчому ринку, а також спостерігався дефіцит власних фінансових ресурсів разом з обмеженими можливостями наявних та потенційних джерел їх поповнення. Все це створювало певні труднощі для агропромислових підприємств, для подолання яких необхідний активний пошук нових ефективних джерел фінансування, які б дозволили мінімізувати комерційні та фінансові ризики та підвищити результативність фінансово-господарської діяльності в цілому. Необхідність стабільного функціонування та розвитку підприємств АПВ в поточному та довгостроковому періодах об'єктивно вимагає додаткового залучення позикових фінансових ресурсів з різних джерел та підвищення ефективності їх використання.

Значною мірою об'єктивна необхідність використання позикових ресурсів в сфері АПВ пов'язана з невідповідальністю у часі між витратами на закупівлю товарів та отриманням виручки від їх продажу. Потреба агропромислових підприємств у кредитних ресурсах виникає також у зв'язку з необхідністю здійснення витрат на створення сезонних товарних запасів, виникненням ускладнень у розрахунках з постачальниками товарів, виконанням фінансових зобов'язань перед бюджетом, банками, страховими організаціями, здійсненням інвестиційної діяльності тощо.

Враховуючи важливість та незамінність позикових фінансових ресурсів в діяльності агропромислових підприємств, особливу увагу менеджерам треба звернути на планування обсягів залучення довго- та короткострокових кредитних ресурсів та прогнозування термінів їх використання й окупності в результаті фінансово-господарської діяльності підприємств АПК.

Ключовою вимогою ефективного управління фінансовими ресурсами в підприємствах АПК є оптимізація їх структури за критеріями мінімізації вартості, ризику та термінів залучення й використання з метою забезпечення високого рівня фінансової стійкості, платоспроможності та фінансової рівноваги, збільшення економічної рентабельності вкладеного в активи фінансового капіталу. Для цього необхідна розробка якісного методичного інструментарію, що дозволить планувати оптимальні часові та вартісні параметри залучення довго- та короткострокових кредитних ресурсів та прогнозувати результативність й терміни окупності позикових коштів в процесі їх використання у фінансово-господарської діяльності агропромислових підприємств з урахуванням можливих обмежень і ризиків.

Важливим чинником та стимулом для підвищення ефективності управління фінансовим потенціалом підприємств АПК в сучасних умовах є активізація діджиталізації бізнес-процесів, що є необхідним елементом стратегії розвитку галузі в умовах цифрової економіки.

## ІННОВАЦІЙНІ ІНСТРУМЕНТИ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВОЮ СТІЙКІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА

Лисак Г.Г., к.е.н., доцент; Донов Д.О., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

Considered significant problems of ensuring the financial stability of domestic enterprises during the crisis; identified areas of development of financial services to ensure financial stability.

Ефективне управління фінансовою стійкістю підприємств забезпечує стабільний розвиток бізнесу, отже, використання інноваційних інструментів здатне не просто покращити фінансовий стан економічного суб'єкта, а й стимулювати стратегічний розвиток підприємницької справи.

В ході дослідження були визначені найбільш суттєві проблеми забезпечення фінансової стійкості вітчизняних підприємств в період кризового часу: зниження рівня інвестиційної привабливості бізнесу, через що до мінімальних значень скоротився приплив закордонного фінансового капіталу, включаючи прямі іноземні інвестиції; формування нестабільності валютного курсу української валюти на міжнародному ринку, що ускладнює процес фінансового планування, прогнозування та бюджетування; порушення ланцюгів поставок у міжнародній транспортній логістиці, що ускладнює ведення зовнішньоторговельної діяльності з експорту/імпорту продукції, обладнання та сировини; зниження ділової та інвестиційної активності суб'єктів господарювання, які посіли позицію очікування відновлення темпів економічного зростання.

Наразі, один із найбільш пріоритетних напрямів розвитку з урахуванням викликів сучасної фінансової науки та економічної практики - розвиток фінансових сервісів за допомогою впровадження та інтеграції різних інноваційних технологій.

Особливо практична важливість розвитку фінансових сервісів зумовлена появою нової галузі – Fintech, компанії та економічні суб'єкти якої, орієнтовані на розробку та просування фінансових інноваційних технологій. Дані інструменти дозволяють забезпечити ефективне управління фінансами та фінансовим станом підприємств.

Розвитку Fintech-компаній сприяють вплив таких факторів, як: поява та розвиток нових цифрових технологій; скорочення витрат підприємств фінансових технологій при виході нові ринки фінансового сервісу; збільшення швидкості поширення фінансових технологій через транскордонне співробітництво та партнерство фінансових інститутів; формування економії фінансових ресурсів підприємств, які впроваджують фінансові технології під час вдосконалення своїх послуг.

Найбільш популярним напрямом розвитку фінансових сервісів для забезпечення фінансової стійкості діяльності підприємств є технологія blockchain, яка вдосконалює та створює революцію у всьому світі фінансів.

Крім технології блокчейн, у вітчизняній практиці наразі популярними є технології Big Data, хмарні технології та технології штучного інтелекту.

Технології Big Data (аналіз більшого масиву даних) здатні обробляти ве-

ликі бази даних. Метою обробки є аналіз закономірностей, які людина не здатна помітити.

Дані фінансові технології дозволяють структурувати великий обсяг різної інформації та фінансових даних, при цьому тих, які між собою розрізняються за основною характеристикою. Далі всі ці дані та інформація аналізуються з метою визначення конкретних тенденцій і причинно-наслідкових зв'язків. Результати дослідження дозволяють отримати відповіді на багато питань, пов'язаних з управлінням фінансами та фінансовим станом бізнесу.

Новими технологіями є хмарні технології. Цей сервіс передбачає віддалене використання засобів обробки та зберігання даних. Популярною Fintech-компанією у Україні є Valuetek. Компанією надаються послуги anti-DDoS захисту, автоматизації роботи з DNS хостингом, створенням локальних мереж, CDN, створенням резервних копій, які дозволяють збільшити цифрову безпеку компаній в управлінні фінансовою інформацією.

Головною перевагою хмарних технологій для підприємств у забезпеченні їхньої фінансової стійкості є те, що вони дозволяють заощадити час та гроші на процесі збору та аналізу даних. Управління фінансовими процесами може проводитись за допомогою будь-якого комп'ютера, не обов'язково для цього використовувати важкі потужності Data-центру.

Штучний інтелект – це здатність комп'ютерної системи імітувати когнітивні функції людини, такі як навчання та вирішення завдань. За допомогою штучного інтелекту комп'ютерна система використовує математичні функції та логіку для імітації процесів мислення, які дозволяють людям навчатися нової інформації та приймати рішення.

Протягом 2024 року практична роль та актуальність впровадження технологій штучного інтелекту у разі підвищення фінансової стійкості підприємств не зменшується, а навпаки, збільшується. Трансформаційні процеси відбуваються у різних структурах підприємництва.

Актуальність технології штучного інтелекту під управлінням фінансової стійкості діяльності підприємств підтверджує ринок ІТ-продуктів, застосовуваних вітчизняними підприємствами.

Вважаємо, впровадження інноваційних інструментів в управлінні фінансовою стійкістю підприємств – не просто інноваційне рішення, а вірний підхід до стимулювання розвитку бізнесу, підвищення його конкурентоспроможності та економічного потенціалу. Завдяки технологіям штучного інтелекту відбуваються такі позитивні зміни, що впливають на забезпечення фінансової стійкості організації, як: формування умов для подальшої інноваційної діяльності підприємства; скорочення необов'язкових витрат, що підвищує рентабельність основної діяльності; зниження правових та регуляторних ризиків через забезпечення контролю за правильністю звітної документації при поданні до органів податкового регулювання; зниження загрози фінансовій неплатоспроможності під час перевірки сумлінності та надійності контрагентів та партнерів.

## УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ РЕСУРСАМИ В СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ АПВ

Іванюта М.О., здобувач ступеня PhD; Близнюк О.П., к.е.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна), bliznukoksana@gmail.com

*Abstract. The essence and main approaches to determining the financial security of an enterprise are considered. The key external and internal factors influencing financial security as a component of the economic security of an agro-industrial enterprise are identified and classified.*

У ринкових умовах господарювання підприємство є відкритою системою, що функціонує у складному зовнішньому середовищі, яке характеризується нестабільністю та постійними змінами. Таке середовище змушує керівництво швидко адаптуватися до нових умов, потребує знання законів розвитку та пошуку шляхів виживання в ринковій економіці, врахування чинників невизначеності та нестійкості економічного середовища.

Однією з найважливіших складових економічної безпеки підприємства є фінансова безпека, без якої практично неможливе вирішення жодних проблем, що постають перед суб'єктами господарювання. Фінансова безпека – це певний рівень незалежності, стійкості та стабільності фінансової системи та її здатність забезпечувати ефективне функціонування та економічне зростання суб'єктів господарювання під впливом екзогенних та ендогенних чинників.

Рівень фінансової безпеки підприємства – це один з основних показників його ефективної та стабільної діяльності, який безпосередньо впливає на рівень фінансового стану підприємства. Саме тому особливої уваги потребує аналіз чинників, які впливають на рівень фінансової безпеки підприємства. Визначивши перелік цих чинників та виявивши ступінь впливу кожного з них на рівень фінансової безпеки, можна розробити заходи для забезпечення ефективного процесу управління фінансовою безпекою підприємства.

Для того, щоб успішно розвиватися в довгостроковій перспективі, підприємство має прогнозувати екзогенні (зовнішні) чинники впливу на фінансову безпеку підприємства: політичні – політична стабільність, політичні взаємовідносини країн, напрямок політики держави, урядові кризи, валютне регулювання; правові – нормативно-законодавча база, митне, податкове та інше законодавство, система податкових пільг і заохочень; загальноекономічні – стабільність національної валюти, сальдо платіжного балансу, рівень зайнятості, грошові доходи домогосподарств, наявність і доступність кредитних коштів, рівень інфляції, інвестиційний клімат в країні; конкурентні – попит і пропозиція на ринку; інформаційні – збір та обробка аналітичної інформації про досвід та заходи забезпечення безпеки, аналіз, постійний моніторинг та прогнозування умов, загроз, небезпек та індикаторів фінансової безпеки; екологічні – дотримання чинних екологічних норм, мінімізація витрат на забруднення довкілля, природні катаклізми; соціально-культурні – зміна соціальних установок до культурних цінностей, ставлення соціальних груп до підприємництва, нові можливості виробництва продукції.

Ендогенним (внутрішнім) чинникам притаманні такі аспекти, кожен з яких включає процеси та елементи, що визначають потенціал підприємства.

До ендогенних чинників фінансової безпеки, які впливають на стабільність діяльності підприємства, належать: стратегічні – розробка загально економічної та фінансової стратегії підприємства; виробничі – виробничий потенціал, ефективність управління торговельно-виробничими процесами, стратегія управління обсягами діяльності підприємства; маркетингові – маркетинговий потенціал, цінова політика, взаємодія з контрагентами; трудові – кадровий потенціал, інтелектуальний потенціал, якість кадрового менеджменту, контроль; фінансові – розробка стратегії розрахунку загальної потреби в активах, їх оптимальної структури при одночасному визначенні джерел фінансування та оптимізації структури капіталу; результативні – управління прибутковістю, рентабельністю та діловою активністю підприємства.

Внутрішнє середовище підприємства також залежить від рівня корпоративної культури, яка також має бути врахована в процесі дослідження внутрішнього середовища підприємства. Корпоративна культура буде сприяти розвитку підприємства і зміцненню позицій в конкурентній боротьбі.

На наш погляд, одним із найважливіших внутрішніх фінансових чинників та невід'ємних елементів в системі забезпечення фінансової безпеки агропромислового підприємства є процес управління фінансовими ресурсами (власними та позиковими) на усіх етапах їх формування з різних джерел, розміщення в активи та використання у торговельно-господарській діяльності. Ефективність такого управління визначає фінансову стійкість суб'єкта господарювання в поточному та довгостроковому періодах, суттєво впливає на його фінансову захищеність, стабільність розвитку, зростання економічного потенціалу та ринкової вартості.

Показник фінансової вертикальної структури капіталу, який характеризує співвідношення між власними і позиковими коштами у загальному обсязі фінансових ресурсів, є одним із найголовніших критеріїв, якому повинна приділятися найбільша увага в побудові системи забезпечення фінансової безпеки агропромислового підприємства. Слід враховувати принципові економічні властивості й відмінності власних та позикових фінансових ресурсів, диференційовано оцінювати їх позитивний та негативний вплив на результати господарської діяльності, фінансово-економічний стан та фінансову безпеку підприємства загалом.

Кожне підприємство повинно ретельно аналізувати та оцінювати вплив зазначених чинників на абсолютні та відносні показники фінансово-господарської діяльності, які свідчать про ефективність реалізації тактичних завдань та стратегічних планів розвитку в поточному та довгостроковому періодах, що дає, в свою чергу, можливість своєчасно виявити ризики і загрози зовнішнього та внутрішнього середовищ на фінансову безпеку як складову загальної економічної безпеки підприємств агропромислового виробництва.



## ПРОБЛЕМИ СТАНОВЛЕННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ КІБЕРСТРАХУВАННЯ

Жилякова О.В., к.е.н, доцент; Лещенко В.В., здобувач РВО «бакалавр»  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Abstract. The abstracts of the scientific report substantiate the importance of protection against cyber risks through cyber insurance, classify the problems of the formation and development of the cyber insurance market.*

Цифровізація окрім очевидних переваг привнесла у світ велику кількість кіберризиків. Так генеративний штучний інтелект пропонує компаніям нові можливості для трансформації цілих галузей завдяки покращенню бізнес-функцій. Однак одночасно ця технологія може стати інструментом для зловмисників, які використовують її для кібератак.

Згідно з даними щорічного дослідження Allianz Risk Barometer 2024, яким відстежуються основні корпоративні ризики, опитування за якими проводиться серед керівників фірм по всьому світу (3778 експертів з управління ризиками зі 106 країн і територій) з більшою часткою відповідей, ніж будь-коли раніше, перше місце зайняли кіберінциденти (38% відповідей). Вплив на ризик нових технологій і розробок штучного інтелекту (ШІ) є новим учасником 10 найбільших глобальних ризиків. Перерви в бізнесі займають 2 місце (31%), природні катастрофи на 3 місці (29%) [1].

Згідно дослідження страхового брокера MarshMcLennan, основними загрозами для бізнесу Великобританії протягом наступного року є економічні та фінансові виклики, кіберзагрози та кадрові ризики. 39% з 2000 керівників, що приймали участь в опитуванні, вказали порушення роботи ІТ як ключовий ризик, що майже вдвічі більше, ніж у 2023 році [2].

Щорічне опитування The Travelers щодо кіберзагроз показало, що порушення безпеки та несанкціонований доступ турбує 57% компаній, програмне забезпечення-вимагачі (54%), небезпечні комп'ютерні практики співробітників (53%), системні збої (53%). Це ключові побоювання опитаних респондентів [3].

Кіберінциденти, такі як атаки програм-вимагачів, витоки даних і збої в роботі ІТ, є найбільшим глобальним ризиком у 2025 році, і він уже четвертий рік поспіль займає перше місце. Десять років тому кіберризик займав лише 8 місце у світі з лише 12% відповідей, порівняно з 38% у 2025 році.

Збитки від кіберризиків можна розділити на три групи:

- безпосередньо збитки самого страховика на відновлення втрачених даних, збитки від переривання діяльності та затримки на відновлення пошкодженої інфраструктури та про введення в дію прогалин в системах кібербезпечного страхування, які стають причиною виникнення інцидентів;

- збитки перед третіми особами, що передбачають покриття відповідальності в рамках матеріальної шкоди, морального збитку, порушення прав інтелектуальної власності та ін.

- витрати на кризовий менеджмент, а саме витрати на залучення експертів до ІТ-безпеки, консультантів, юристів для усунення та мінімізації

втрат в кібернетичній атаці.

Одним з надійних інструментів захисту від кіберризиків виступає кіберстрахування, яке визначається як покриття, призначене для захисту організацій і окремих осіб від цифрових загроз, таких як порушення даних, зловмисні кіберзломи комп'ютерних систем або атаки на відмову в обслуговуванні.

Проблеми становлення і функціонування кіберстрахування в Україні можна за класифікувати за наступними ознаками:

Інституційна – відсутність законодавчо-нормативної бази регулювання кіберстрахування, діяльності страхових компаній, які можуть надавати послуги зі страхування кіберризиків.

Фінансова – недостатній обсяг фінансових ресурсів, що вкладаються у сферу забезпечення кібербезпеки на державному, регіональному, локальному рівнях; відсутність ефективних фінансових інструментів і важелів розвитку національної системи кіберстрахування.

Інформаційна – помилки в розробці й підтримці інформаційних систем страховиків і страхувальників; розвиток кібершпіонажу; перенесення персоналом підприємств, установ, організацій комерційної інформації в соціальні мережі.

Організаційна – відсутність кваліфікованого персоналу у сфері страхування кіберризиків; довіри юридичних і фізичних осіб до діяльності страхових компаній і ринку кіберстрахування; тимчасовий характер страхових відносин.

Маркетингова – низький попит на продукти кіберстрахування через їх високу вартість; небажання клієнтів надавати необхідний для виявлення страхових випадків доступ до своїх інформаційних систем; відсутність досвіду страхових компаній з врегулювання ситуацій настання страхових подій, пов'язаних з втручанням в інформаційний простір держави, суб'єктів господарювання і населення; відсутність популяризації інформації про переваги страхування кіберризиків у порівнянні з можливими збитками від кібератак; низький рівень конкуренції в сегменті кіберстрахування.

Науково-методична – відсутність наукового обґрунтування методики визначення показників оцінювання та розрахунку кіберризиків, стандартів оцінки збитків від настання кібератак та суми їх відшкодування страхувальниками.

#### Список літератури

1. Офіційний сайт Allianz Commercial. URL: <https://commercial.allianz.com/news-and-insights/reports/allianz-risk-barometer.html>

2. Кіберризик є головною проблемою 62% компаній – опитування щодо кіберзагроз. *Insurance Top*. 2024. №4(100). С. 19-20.

3. Серед основних бізнес-ризиків підприємств – фінансові виклики, кіберзагрози та кадрові ризики. *Insurance Top*. 2024. №4(100). С. 21-22.

## ОЦІНКА ФІНАНСОВОГО РИЗИКУ ПОРТФЕЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙ В ІНСТРУМЕНТИ ФОНДОВОГО РИНКУ

Мазуркевич Ю.О., здобувач ступеня «бакалавр»; Близнюк О.П., к.е.н., доцент (ДБТУ, м. Харків, Україна), [bliznukoksana@gmail.com](mailto:bliznukoksana@gmail.com)

***Abstract.** The theoretical foundations of the formation of an optimal portfolio of financial investments based on the criteria of profitability, liquidity and risk are considered. The main directions and principles of state regulation of investment activities in capital markets are determined.*

Головною метою формування портфелю фінансових інвестицій у фондові активи є реалізація політики фінансового інвестування шляхом підбору найбільш дохідних та найменш ризикованих цінних паперів. Перед портфельними інвесторами постійно постає завдання з надання комплексної оцінки дохідності та ризику фінансових інвестицій в різні види фондових активів з метою формування збалансованого інвестиційного портфелю.

«Портфельна теорія» являє собою заснований на статистичних методах механізм оптимізації портфеля цінних паперів, що формується за заданими критеріями співвідношення рівня його дохідності та ризику. В основі сучасної портфельної теорії лежить концепція «ефективного портфелю», формування якого повинно забезпечити найвищий рівень його дохідності при заданому рівні ризику або найменший рівень ризику при заданому рівні дохідності.

На відміну від традиційних підходів до інвестування, коли аналізується поведінка окремих цінних паперів (акцій, облігацій), а основною характеристикою цінного паперу є його дохідність, у сучасній теорії основним об'єктом дослідження є «портфель», тобто набір фінансових активів – цінних паперів (звідси назва «портфельна» теорія). При цьому, оцінюючи як окремі фінансові активи, так і портфель цінних паперів, треба враховувати обидва найважливіших чинники – дохідність і ризик. Суттєвим моментом у сучасній теорії є врахування взаємних кореляційних зв'язків між дохідностями цінних паперів. Саме це дає змогу здійснювати ефективну диверсифікацію портфеля, що сприяє суттєвому зниженню ризику портфеля порівняно з ризиком включених до нього окремих активів.

Стратегічним та портфельним інвесторам обов'язково треба оцінювати рівень дохідності, ризику, ліквідності, строковості виплат та погашення різних видів боргових, пайових та похідних цінних паперів, аналізувати їх поведінку на фондовому ринку та оцінювати доцільність їх включення до портфелю фінансових інвестицій. Підвищення інвестиційної привабливості цінних паперів вітчизняних емітентів на фондовому ринку – це головна умова зростання фінансових інвестицій в економіку України, у тому числі, в АПВ.

До основних етапів формування портфелів цінних паперів відносяться: вибір типу портфеля і визначення його характеру; оцінка інвестиційних якостей окремих видів цінних паперів; оцінка ступеня портфельного інвестиційного ризику; моделювання структури портфеля та його оптимізація.

Структура інвестиційного портфеля – це співвідношення конкретних

видів цінних паперів у портфелі з точки зору їх безпечності, ліквідності та дохідності. Залежно від інвестиційної мети інвестор формує портфель певного типу. Метою формування портфельів цінних паперів можуть бути: отримання доходу; збереження капіталу; забезпечення приросту капіталу на основі підвищення курсу цінних паперів. Основними варіантами типів портфельів цінних паперів є: агресивний портфель доходу або зростання; поміркований портфель доходу або зростання; консервативний портфель доходу або зростання

У процесі оцінки сукупного портфельного ризику необхідно виокремлювати дві складові: систематичний та несистематичний ризику. Систематичний ризик є частиною загального ризику системи, залежить від стану економіки в цілому і зумовлюється макроекономічними чинниками. Несистематичний ризик пов'язаний з невизначеністю діяльності конкретного емітента цінних паперів. Інвестор має змогу уникнути цього ризику, сформувавши ефективний портфель. Диверсифікація портфеля цінних паперів – це один із напрямів інвестиційної політики підприємства: чим вища кількість цінних паперів, що включені в портфель, тим нижче за незмінного рівня інвестиційного доходу буде рівень портфельного ризику.

Диверсифікація фінансових інструментів у портфелі дозволяє зменшити рівень несистематичного (специфічного) ризику, а відповідно, і загальний рівень портфельного ризику. Систематичний (ринковий) ризик можна відшкодувати відповідною премією за ризик. На практиці для визначення міри портфельного ризику використовуються різноманітні показники, які репрезентовані статистичними величинами, такими як дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнти кореляції, детермінації, коваріації.

Фінансова оцінка інвестиційної привабливості пайових та боргових цінних паперів здійснюється за допомогою фундаментального та технічного аналізу. Мета цих двох видів інвестиційного аналізу полягає у виборі цінних паперів, які інвестор може оцінити, порівняти з іншими і реально здійснити операції з ними, тобто купувати та продавати. Як той, так і інший види аналізу мають своїх прибічників та супротивників.

Фундаментальний аналіз передбачає ретельне вивчення фінансово-господарського становища емітента. Основною метою фундаментального аналізу є прогнозування майбутніх доходів емітента та пов'язаних з ними дивідендів, зростання ринкової вартості акцій. До основних методів фундаментального аналізу належать: методи оцінки внутрішньої вартості, дохідності та ризику акцій, їх інвестиційної привабливості і якостей згідно відомих рейтингів корпоративних цінних паперів.

Технічний аналіз цінних паперів не передбачає вивчення економічного стану і перспектив емітентів, оскільки вважає, що вони вже враховані ринком в оцінці поточної ціни активів. Тому він бере за основу біржові дані котирування акцій. Метою технічного аналізу є пошук стійких конфігурацій цін. Аналіз проводиться за допомогою графіків, що відображають поведінку цінного паперу на фондовому ринку в динаміці.

## АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ РИНКУ АВТОСТРАХУВАННЯ В УКРАЇНІ

Мелкумов Р.М., здобувач РВО «бакалавр»  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*Abstract. The abstracts of the scientific report list the main problems of the development of the auto insurance market and propose ways to solve them.*

Актуальність розвитку автотранспортного страхування впливає з того, що швидке зростання парку автомобілів в Україні зумовлює збільшення числа дорожньо-транспортних пригод та пов'язаних з ними збитків, заподіяних життю, здоров'ю, майну громадян. Ринок автотранспортного страхування в Україні представлено обов'язковим та добровільним страхуванням цивільної відповідальності власників транспортних засобів, КАСКО і Зелена картка.

Автострахування в Україні є важливою складовою фінансового сектору, що забезпечує захист власників транспортних засобів від фінансових ризиків, пов'язаних із дорожньо-транспортними пригодами та іншими несприятливими обставинами. На страховий сектор впливає значна кількість різноманітних факторів, одними з них є дестабілізуючі фактори впливу: вплив політичних та економічних ризиків, у тому числі пов'язаних з війною, незбалансованість активів до зобов'язань страховиків за укладеними договорами ОСЦПВ, недостатній рівень забезпечення гарантій відшкодування шкоди потерпілим, відсутність належного рівня водійської і страхової культури у деяких учасників дорожнього руху, демографічна ситуація в країні тощо.

Проте, попри поступовий розвиток, цей ринок стикається з низкою проблем, які обмежують його ефективність та розвиток.

Одна з головних проблем як страхування в цілому так і автострахування в Україні це низький рівень довіри до страхових компаній, чому сприяли невиконання страхового відшкодування, затягування процесу врегулювання збитків, використання недосконалості законодавства для уникнення виплат.

Крім того на ринку автострахування поширені випадки шахрайства, як з боку клієнтів, так і страхових компаній. Основні форми шахрайства є фальсифікація ДТП для отримання страхових виплат, використання підроблених або недійсних полісів ОСЦПВ, заниження розміру виплат з боку страховиків за рахунок маніпуляцій із висновками експертів.

Також треба звернути увагу на нерівномірність регіонального покриття страхування. У великих містах рівень страхування авто є значно вищим, ніж у сільській місцевості. Нижчий рівень покриття у регіонах пояснюється униканням купівлі полісів страхування цивільно-правової відповідальності власників транспортних засобів, оскільки ризик перевірки наявності полісу або ДТП там нижчий, що призводить до високої кількості незастрахованих транспортних засобів.

Доси залишаються регуляторні та законодавчі прогалини, існуюча законодавча база не завжди забезпечує належний контроль за ринком страхування. До регуляторно-законодавчих проблем можна віднести відсутність ефективного механізму контролю за виконанням страхових зобов'язань, неефективність

механізмів оскарження рішень страхових компаній, низький рівень відповідальності за випуск фіктивних полісів.

Частина страхових компаній використовує політику демпінгу, пропонуючи штучно занижені тарифи на страхові продукти, що ускладнює подальше виконання зобов'язань перед клієнтами в повному обсязі.

Попри активне впровадження цифрових технологій, ринок автостраховання в Україні досі відстає від світових тенденцій. Основними проблемами до введення нового закону щодо обов'язкового страхування цивільно-правової відповідальності власників транспортних засобів були: відсутність єдиного електронного реєстру страхових полісів, недостатня автоматизація процесу врегулювання страхових випадків, обмежена інтеграція страхових сервісів із державними платформами.

Для вирішення вказаних проблем та підвищення ефективності ринку автостраховання в Україні необхідні наступні заходи:

- посилення контролю за страховиками з боку державних регуляторів;
- запровадження єдиного цифрового реєстру полісів, що зменшить шахрайство та підвищить прозорість ринку;
- розвиток механізмів альтернативного врегулювання спорів між страховиками та клієнтами;
- підвищення фінансової грамотності споживачів через освітні кампанії та роз'яснювальні заходи.
- запровадження більш жорстких санкцій за порушення з боку страхових компаній та осіб, які займаються фальсифікацією полісів.

Таким чином, вирішення вказаних проблем сприятиме підвищенню рівня довіри до ринку автостраховання, його прозорості та ефективності.

Варто зазначити, що введення в дію закону України «Про обов'язкове страхування цивільно-правової відповідальності власників наземних транспортних засобів» частково сприяло вирішенню проблем на ринку автостраховання, зокрема шляхом посилення регуляторного контролю та впровадження цифрових інструментів для перевірки страхових полісів. Проте деякі виклики, такі як шахрайство та низький рівень довіри до страховиків, залишаються актуальними та потребують подальших заходів. Нагальним залишається питання розробки програми спільних дій держави, Моторного транспортного страхового бюро України та страховиків з метою популяризації страхових продуктів ринку автостраховання, запобігання страховому шахрайству у цій галузі та максимального охоплення страхового поля.

Проведене дослідження дає змогу зробити висновок, що на сьогоднішній день існують невирішені проблеми, що є негативними наслідками фінансово-економічної кризи в Україні. До позитивних тенденцій розвитку можна віднести збільшення концентрації ринку автостраховання, що сприяє розвитку конкуренції серед страховиків, зросли страхові премії та страхові виплати. Тому майбутнє цього виду страхування безпосередньо пов'язане з впровадженням новітніх технологій для залучення нових клієнтів і утримування вже існуючих.

## ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ДЖЕРЕЛ ФІНАНСУВАННЯ АКТИВІВ І КАПІТАЛУ АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Мішин Д.В., здобувач ступеня «бакалавр»; Близнюк О.П., к.е.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна), [bliznukoksanap@gmail.com](mailto:bliznukoksanap@gmail.com)

***Abstract.** The theoretical foundations of optimizing the financial structure of assets and capital of agro-industrial enterprises are considered. The main principles of ensuring financial stability, solvency and minimizing financial risk of enterprises in the field of agro-industrial production are determined.*

В процесі диференційованого вибору джерел фінансування оборотних активів підприємств агропромислового виробництва головними цілями ефективного управління повинні бути мінімізація рівня фінансового ризику та оптимізація фінансової структури капіталу, сформованого з власних та позикових коштів, досягнення фінансової рівноваги між джерелами фінансових ресурсів та напрямками їх інвестування в різні складові частини необоротних та оборотних активів, формування на цій основі збалансованої оптимальної структури активів і капіталу підприємств АПВ.

Підприємства в процесі розробки фінансової стратегії встановлюють цільову оптимальну структуру капіталу та приймають фінансові рішення, які сумісні з цільовою структурою. Управління структурою капіталу представлено в економічній літературі різними теоріями і різними точками зору: виділяються три принципові підходи до фінансування активів за рахунок різних складових капіталу: консервативний, помірний (компромісний), агресивний.

Мета управління структурою капіталу – мінімізувати витрати на залучення довгострокових джерел фінансування і цим забезпечити власникам капіталу максимальну ринкову вартість вкладених ними коштів. В основу управління капіталом має бути покладено підвищення ринкової вартості підприємства. Маючи можливість залучати капітали з різних джерел, підприємства намагаються оптимізувати структуру капіталу таким чином, щоб зменшити середньозважену ціну капіталу, яка означає середню плату за всі джерела фінансування, вона також визначає необхідну норму прибутку.

У фінансовому менеджменті управління фінансуванням активів за рахунок авансування певних джерел фінансових ресурсів (пасивів) з метою оптимізації структури балансу підприємства, розглядається як одне з найважливіших завдань та ключовий напрям усієї фінансової стратегії суб'єкта господарювання. Правильно обрана політика фінансування активів сприяє підвищенню ефективності використання різних джерел фінансових ресурсів підприємства, мінімізації фінансового ризику та збалансованості формування структури активів і капіталу, забезпечує бажаний для підприємства рівень фінансової стійкості та платоспроможності.

Головними принципами, яких слід дотримуватися в процесі фінансування оборотних активів підприємств АПВ за рахунок власних та позикових джерел капіталу повинні бути: досягнення оптимального співвідношення між вартістю фінансових ресурсів та дохідністю тих частин оборотних активів, в які вони

вкладені; оптимізація термінів залучення та використання позикових коштів і тривалості обороту оборотних активів; досягнення цільових рівнів рентабельності, ліквідності, фінансової стійкості в процесі використання оборотних активів. Іншими словами, чим більший потенційний ризик та високу ціну несе конкретне джерело формування капіталу, тим вищий потенційний дохід та віддача воно повинно мати в процесі інвестування в оборотні активи.

Для оцінки рівня фінансового ризику формування структури джерел капіталу за критеріями вартості (ціни) і термінів залучення коштів з різних джерел, та відповідної структури оборотних активів, сформованої за критеріями максимізації рівня рентабельності та визначеного ступеню ліквідності постійної та змінної частин оборотних активів, доцільно використовувати відомі статистичні методи та показники оцінки ризиків, такі як дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнти варіації та коваріації, коефіцієнт  $\beta$  (бета), коефіцієнти кореляції та детермінації.

В процесі управління фінансуванням оборотних активів з певних джерел сформованого капіталу підприємств агропромислового виробництва, оптимізацію структури активів за рахунок власних та позикових фінансових ресурсів, відповідно до визначеного рівня фінансового ризику, вважаємо за доцільне здійснювати на основі деталізації та фінансової оцінки структурних частин капіталу і активів торговельного підприємства за такими взаємопов'язаними критеріями: «ціна джерела капіталу – економічна рентабельність профінансованого активу»; «термін залучення (використання) джерела капіталу – ліквідність (оборотність) відповідного активу».

На основі визначення статистичних характеристик оцінки фінансового ризику, зокрема, коефіцієнтів кореляції та детермінації, можна визначити щільність взаємозв'язку між рядами показників: ціною джерел формування капіталу та рентабельністю профінансованих за його рахунок активів; термінами залучення довго- та короткострокових позикових коштів та ліквідністю (оборотністю) профінансованих за їх рахунок оборотних активів. Це сприятиме подальшій оптимізації та збалансуванню загальної структури активів і капіталу підприємств, порівняно з фактичною структурою, а також вплине на зростання рівня забезпеченості власними оборотними коштами та коефіцієнта маневреності власного капіталу, які слугують індикаторами підвищення рівня фінансової стійкості та зниження рівня фінансового ризику в АПВ.

Таким чином, в процесі оптимізації структури активів і капіталу та обрання ефективних напрямів інвестування коштів в оборотні активи підприємств АПВ (товарні запаси, дебіторську заборгованість, поточні фінансові інвестиції, грошові кошти тощо) необхідно дотримуватися таких ключових критеріїв: мінімізації середньозваженої вартості (ціни) та ризику джерел формування капіталу; формування збалансованої вертикальної та горизонтальної структури активів і капіталу; забезпечення цільового рівня фінансової стійкості; максимізація рентабельності використання активів агропромислових підприємств.



## ПІДВИЩЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ІНСТРУМЕНТІВ ФОНДОВОГО РИНКУ

Немога А.О., здобувач ступеня «бакалавр»; Близнюк О.П., к.е.н., доцент  
(ДБТУ, м. Харків, Україна), [bliznukoksanap@gmail.com](mailto:bliznukoksanap@gmail.com)

**Abstract.** *Increasing the investment attractiveness of securities by increasing their profitability and reducing risk in the stock market is the main condition for increasing financial investments in the economy of Ukraine, in particular, in agro-industrial production.*

Фондовий ринок є важливою складовою економічної системи країни та її фінансово-кредитного сектору, який потребує впровадження інноваційних діджитал-технологій, цифровізації фінансових операцій та бізнес-процесів, що дозволить підвищити інвестиційну привабливість фінансових активів, які обертаються на національному ринку капіталів.

Підвищення ефективності фондового ринку як механізму залучення вітчизняних та іноземних фінансових інвестицій в реальний сектор економіки, зокрема, в агропромислове виробництво, є одним з ключових завдань держави. Внутрішній ринок цінних паперів повинен стати стабільним та надійним джерелом фінансування для державного та корпоративного сектору економіки, а для цього треба підвищити інвестиційну привабливість пайових та боргових фінансових інструментів, їх дохідність, безпечність, що сприятиме капіталізації стратегічних та портфельних інвесторів.

В умовах воєнного стану загострилися кризові явища майже в усіх галузях економіки країни, що вплинуло на диспропорції у розвитку емісійно-інвестиційних операцій з пайовими та борговими цінними паперами. Суттєво зріс рівень інвестиційного ризику та знизилися ринкові курси пайових фондових інструментів. Аналіз показав, що акції національних корпорацій суттєво поступаються показниками інвестиційної привабливості іншим альтернативним вкладенням капіталу, зокрема, у державні та військові облігації (ОВДП), дохідність яких у 2022-2024 роках коливалася в діапазоні 16,5% – 19,5% та депозитам в банківських установах, ринкова дохідність яких у той же період була нижчою.

Протягом останнього часу спостерігається активізація інвестиційних операцій населення України та бізнес-структур у фінансові інструменти фондового ринку України із застосуванням сучасних діджитал-технологій та інструментів. Підвищення рівня інвестиційної привабливості державних та військових облігацій стимулює вітчизняних та іноземних інвесторів вкладати кошти в державний сектор економіки та фінансування видатків державного і місцевих бюджетів. Це позитивно позначається на скороченні грошової маси в обігу та темпів інфляції в країні, оскільки на внутрішній грошовий ринок потраплятиме менше вільних капіталів, що тиснуть на валютний курс.

Фінансова оцінка інвестиційної привабливості пайових, боргових та похідних цінних паперів здійснюється за допомогою методів та інструментів фундаментального і технічного аналізу. Мета цих двох видів інвестиційного аналізу полягає у виборі оптимальних за рівнями дохідності, ризику, ліквідності, те-

рмінами обігу цінних паперів, які доцільно купувати для формування оптимального портфелю фондових інструментів.

Прийняття управлінського рішення щодо доцільності придбання акцій базується на результатах порівняльного аналізу її поточної ринкової ціни з теоретичною (внутрішньою) вартістю. Для цього треба надати оцінку внутрішньої вартості акцій за допомогою використання наступних моделей: модель оцінки вартості акції з постійними (сталими) дивідендами; модель оцінки вартості акції з дивідендами, що постійно зростають (модель Гордона); поточної вартості акцій, що використовуються протягом певного строку; модель оцінки акції з дивідендами, що змінюються в окремі періоди.

Оцінка ефективності фінансових інвестицій в боргові цінні папери (переважно державні та корпоративні облигації) здійснюється за сукупністю таких показників: ринковий курс та ціна, прямий дохід на облигацію, ціна конверсії. Розраховується період окупності боргових інструментів, відомий як аналіз дюрації. Надається оцінка внутрішньої вартості облигацій з дисконтом, фіксованою та плаваючою відсотковими ставками, оцінюється дохідність та ризик державних та корпоративних облигацій.

Рейтингові оцінки акцій і облигацій широко використовуються в країнах із розвиненими фондовими ринками. Віднесення цінних паперів до того чи іншого класу само по собі може впливати на їхню вартість.

Інноваційний розвиток ринку капіталів України передбачає адаптацію положень національного законодавства до вимог ЄС, забезпечення розвитку цифрових інтернет-технологій, використання штучного інтелекту, комп'ютерного проектування, автоматизації, посилення заходів кібербезпеки, впровадження діджитал-технологій та цифрових інструментів для обміну даними між усіма учасниками внутрішнього, міжнародних та світового ринків.

Стратегія розвитку фінансової системи України передбачає створення фінтех-екосистеми, яка задовольнятиме потреби всіх стейкхолдерів: продавців та споживачів фінансових послуг, професійних учасників, інституційних регуляторів, державних органів влади. Фінтех-екосистема України стимулюватиме розвиток інновацій з метою появи інноваційних фінансових інструментів і послуг, підсилить стартап-рух та ефективну конкуренцію на ринку капіталів через активний розвиток кешлес-економіки, підвищення фінансової грамотності населення. Ключовими стратегічними цілями та базовими принципами створення фінтех-екосистеми в Україні є також розвиток кібербезпеки та діджитал-інструментарію, штучного інтелекту та біометрики, віртуальних активів та блокчейну, що підвищить ефективність усіх фінансових інституцій завдяки діджиталізації індустрії.

Таким чином, в процесі оцінки інвестиційної привабливості різних за характеристиками фондових інструментів перед інвесторами постає завдання аналізу та оцінки сукупних рівнів ризику та дохідності цінних паперів з метою формування з них оптимального та збалансованого інвестиційного портфелю.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРИБУТКОМ – ВАЖЛИВА СКЛАДОВА РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

Павленко І.І., бакалавр  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The article considers the essence and tasks of profit as a component of enterprise management, defines the essence of the concept of 'efficiency of enterprise profit management'. The tasks and directions of determining the indicators of profit management efficiency are defined. The influence of an effective profit management system on its development is considered.*

Розробка ефективної стратегії розвитку підприємств у будь-якому секторі реальної економіки тісно пов'язана з кінцевими результатами діяльності, найважливішим із яких є прибуток. У стратегічному контексті, забезпечення тривалої прибутковості підприємства найчастіше розглядається як проміжна мета, яка повинна сприяти вирішенню найважливіших цілей, таких як – досягнення стійких конкурентних переваг, розширення ринкової частки, задоволення певних суспільних потреб, створення позитивного іміджу тощо

Основні завдання управління прибутком підприємства: забезпечення формування достатнього обсягу фінансових ресурсів за рахунок прибутку відповідно до завдань розвитку; забезпечення максимального розміру прибутку в межах можливостей потенціалу підприємства та обмежень ринку; досягнення високого рівня доходності власників підприємства; забезпечення оптимальної необхідної пропорційності між рівнем прибутку та допустимим рівнем ризику; забезпечення постійного зростання ринкової вартості підприємства [1].

Економічний механізм управління фінансовими результатами господарської діяльності підприємства – це динамічна, комплексна організаційно-управлінська підсистема, яка передбачає реалізацію спеціальних процедур (організації, інформаційного забезпечення, управління, контролю), спрямованих на забезпечення сталого зростання прибутковості, оптимальної акумуляції фінансових ресурсів та реалізації потенціалу економічного розвитку підприємства.

Модель управління прибутком підприємства представляє собою сукупність взаємопов'язаних функціонально-організаційних блоків, пов'язаних із вирішенням конкретних завдань, а також сукупність фінансово-математичних методів, які формують методологічну основу узгодження окремих блоків моделі.

Ефективність управління прибутком підприємства доцільно досліджувати з двох боків – у напрямку оцінювання ефективності формування фінансових результатів з урахуванням оперативних та стратегічних цілей управління та оцінювання ефективності використання прибутку підприємства.

Оцінювання ефективності діяльності підприємств щодо формування прибутку потрібно проводити за трьома напрямками: а) досягнення оптимального співвідношення засобів праці, предметів праці та затраченої праці; б) забезпечення позитивного сальдо між доходами і витратами; в) підвищення рівня доб-

робу суб'єктів ринкової економіки, які мають фінансово-господарські зв'язки з цим підприємством.

Елементами, що забезпечують управління величиною та якістю прибутку підприємства, є аналіз рівня прибутковості; аналіз величини і якості прибутку; аналіз зовнішніх та внутрішніх факторів впливу на формування доходів і здійснення витрат; оцінка узгодженості із загальною стратегією розвитку підприємства; формування ефективної системи «доходи-витрати»; розробка організаційно-економічного механізму управління величиною та якістю прибутку.

Виходячи з сучасних вимог економічного розвитку, а саме – необхідності створення передумов задоволення потреб власників підприємства, нами запропоновано концепцію формування організаційно-економічного механізму управління якістю прибутку сучасного підприємства, яка спрямована на досягнення кінцевої мети діяльності.

Новим підходом до прийняття управлінських рішень у сфері управління прибутком є ситуаційний підхід, який ґрунтується на припущеннях, що придатність різних методів управління визначається конкретною ситуацією.

Системний підхід до управління прибутком передбачає вивчення способів об'єднання підсистем в одне ціле і впливу процесів, які відбуваються в системі, на окремі її складові. Слід зазначити, що управління прибутком буде ефективним лише в тому разі, коли цілі кожної системи визначатимуться цілями розвитку підприємства в цілому [2].

Потрібно шукати якісь інші шляхи управління прибутком підприємства та знаходити вигідніші способи взаємодії з загальною системою управління підприємством

Забезпечення відповідності результатів управління прибутком підприємства встановленим критеріям ефективності та сталого розвитку його стратегічного потенціалу досягається через дотримання в рамках її практичної реалізації сукупності вимог та певної процедури здійснення такого управління. Загалом результативність моделі стратегічного управління прибутком на підприємстві залежить від адекватності інформаційно-методологічного забезпечення такої моделі, під якою необхідно розуміти сукупність інформаційних каналів отримання, первинного зведення, узагальнення та оброблення фінансової інформації з метою забезпечення потреб планування і контролінгу процесу формування, ефективного розподілу та використання прибутку суб'єкта господарюванням як показника ефективності його фінансово-господарської діяльності.

#### **Список використаної літератури:**

1. Корбутяк А.Г., Привалов А.О. Управління прибутком підприємства в сучасних умовах господарювання. «*Young Scientist*». № 5 (117). 2023 С. 149-153.
2. Блонська В.І., Венгжин–Львівська О.Р. Ефективне управління прибутком підприємства – основа розвитку його стратегічного потенціалу..URL: [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2011/21\\_17/16](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2011/21_17/16)

## ПОНЯТТЯ, СУТНІСТЬ ТА ЕТАПИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БАНКІВСЬКОГО СЕКТОРУ

Лисак Г.Г., к.е.н., доцент; Передерій Б.В., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The reasons for the transition to a digital model of banking services are identified; the elements of the bank digitalization mechanism and the directions of its implementation are described.*

Цифровізація банківської діяльності стала важливим ступенем у розвитку сучасної економіки. Кредитні організації впроваджують у своїй діяльності цифрові технології, дозволяють їм бути успішнішими і конкурентоспроможними.

Еволюція банківського обслуговування у світовому масштабі пройшла кілька етапів, що сприяли переходу до цифрової моделі банківського обслуговування. Цей перехід був переважно пов'язаний з оцифруванням банківської інформації; цифровізацією процесу банківського обслуговування клієнтів; становленням інтернет-банкінгу, а також переходом до цифрової трансформації банківського обслуговування різних категорій клієнтів.

Вивченням адаптації класичної банківської діяльності до цифрової економіки займався багато економістів. Разом з цим, слід відзначити, що наразі немає єдиного та загальновизнаного підходу до визначення поняття «цифрова трансформація банківського сектора».

Ряд дослідників і вчених сходяться на думці, що цифрова трансформація спрямована на розвиток існуючих бізнес-процесів, має спрямованість на отримання конкурентних переваг та підвищення рівня економічної безпеки суб'єкта господарювання.

Інші - зазначають, що цифрова трансформація – це, перш за все, перетворення окремих бізнес-процесів підприємства або всього бізнесу в цілому, так і діяльності окремих інституційних одиниць державного рівня.

Згідно із Стратегічними напрямками розвитку фінансових технологій в Україні, ключовими напрямками в даному аспекті є: регулювання обігу даних; регулювання екосистем; регулювання небанківських постачальників платіжних послуг; удосконалення електронної взаємодії між учасниками ринку, державою, громадянами та бізнесом; розвиток низки інфраструктурних проектів; розробка платформ цифрової гривні.

Також варто відзначити, що одним із найважливіших пріоритетів банків України є розвиток інформаційної безпеки та підвищення кіберстійкості.

Характеризуючи механізм цифровізації банків, С. Ю. Перцева зазначає, що цей процес включає такі елементи: розробка цифрової стратегії на основі візії та місії бізнесу; створення архітектури ІТ-систем та ІТ-ландшафту; розробка ІТ-рішень та введення їх у дію. При цьому, Перцева С. Ю. виділяє такі сегменти цифрової стратегії банку, як створення цифрового продукту, здійснення наскрізного взаємодії.

Слід зазначити, що в існуючих умовах не кожен комерційний банк може витримати конкуренцію або вийти на новий високий рівень обслуговування та реалізації банківських продуктів та послуг.

Впровадження цифрових технологій у банківську сферу безпосередньо видозмінює роль банків, які стрімко спрямовані на персоналізацію та мобільність. Сучасна банківська система характеризується розширенням меж надання цифрових сервісів, що безпосередньо призводить до формування нових підходів до управління банківськими бізнес-процесами.

Глобалізація та інтеграційні процеси, що відбуваються у світовій економіці в останні десятиліття, значно видозмінили хід розвитку та еволюції фінансового ринку як такого і, як наслідок, сектора комерційного банкінгу, у зв'язку з чим вони набули інноваційного характеру.

На даному етапі розвитку банківський сектор зазнає змін, необхідних для нормального функціонування в сучасних реаліях, і це відбувається через вплив наступних глобальних факторів: еволюція споживчих звичок та переваг клієнтів; розробка фінансових технологій та інновацій та їх стрімке впровадження; наростаюча конкуренція через фінтех-компаній, що ростуть.

У банківському секторі вже практично відсутні операції та послуги, які не можуть надати та провести фінтех-компанії. Також такі послуги мають низку переваг у вигляді невеликої вартості, швидкості надання та зручності.

Цифровізація банків здійснюється у двох напрямках – за рахунок впровадження продуктових та процесних інновацій.

Перший шлях розвитку базується на випуску інноваційних банківських продуктів (наприклад, сервіс кредитного брокера, що дозволяє без залучення фахівців оформити онлайн-заявку на надання споживчого кредиту або іпотеки; біометрична ідентифікація, що дозволяє підтвердження банківських операцій віддалено; cashback-сервіси; бонусні програми для постійних клієнтів і т.д.).

Другий напрямок цифровізації – процесні інновації – орієнтований насамперед на мінімізацію витрат, пов'язаних із супроводом банківських операцій. Застосування штучного інтелекту передбачає оптимізацію банківських послуг за рахунок скорочення посередницької взаємодії з клієнтом та надання широкого спектра послуг для задоволення потреб усіх верств населення.

Результати дослідження показали, що, незважаючи на те, що населення України використовують дистанційні канали обслуговування, при цьому рівень поширення цих каналів відстає від рівня проникнення Інтернету, що говорить про потенціал зростання.

Банки під час обслуговування клієнтів передбачають скорочення контактів у традиційній банківській системі з представниками фронт-офісу та переведення на дистанційний режим, вивільнення персоналу та перехід у цифрову екосистему таких параметрів, як зберігання клієнтських даних та доступ до них.

Доступність фінансових послуг для споживачів передбачає наявність кількох каналів продажу: офлайн, онлайн, мобільні додатки та ін. У найближчому майбутньому слід очікувати на стрімкий розвиток банківського сектора з використанням масштабних екосистем, побудованих на використанні сучасних цифрових технологій.

## ПІДВИЩЕННЯ ФІСКАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОДАТКУ НА ДОХОДИ ФІЗИЧНИХ ОСІБ

Петренко В.В., здобувач ОС «бакалавр»,  
Науковий керівник - канд. екон. наук, доцент І.С. Андрущенко,  
ДБТУ, м. Харків, Україна  
[andryschenkoira@gmail.com](mailto:andryschenkoira@gmail.com),  
[vladlenapetrenko2004@gmail.com](mailto:vladlenapetrenko2004@gmail.com)

***Abstract.** The current issues of personal income tax in modern conditions are considered. Particular attention is paid to discussing the prospects for the development of personal income tax, in particular, simplifying the tax system, increasing its efficiency, and adapting to changes in the social and technological spheres.*

Провідну роль у формуванні бюджетних ресурсів на рівні місцевого самоврядування мають прямі податки, найперше ПДФО та військовий збір. Тому найбільші резерви для збільшення надходжень від оподаткування до місцевих бюджетів потрібно вишукувати саме у підвищенні фіскальної ефективності цих податкових платежів. На сьогодні надходження від ПДФО розподіляються у пропорції: 79% (місцеві бюджети), 21% (держбюджет). Рішення тимчасово перенаправити отриманий ресурс від військового ПДФО на розвиток ОПК в цілому та купівлю дронів зокрема з одночасним відшкодуванням такої суми військовим та створенням ряду компенсаторів для вирівнювання бюджетних диспропорцій на рівні громад, дозволило не розпорошувати бюджетні кошти на неперіоритетні під час війни речі.

Податок на доходи фізичних осіб, зокрема на заробітну плату, займає друге місце в податкових надходженнях до бюджету України. У 2024 році надходження ПДФО до загального фонду місцевих бюджетів склало 257,53 млрд. грн, що на 0,88% менше ніж в попередньому році.

Інтенсивний спосіб збільшення надходжень бюджету від ПДФО полягає у підвищенні його фіскальної ефективності за рахунок протидії ухиленням від його сплати та іншим заходам з вдосконалення адміністрування цього податку. Однак це вимагає реалізації багатьох кроків на рівні центральних органів влади та мало залежить від органів місцевого самоврядування. Найперше потребує вирішення проблема високої тінізації вітчизняної економіки, що є наслідком неефективної боротьби з ухиленням від сплати податків та зборів, використанням різних схем заниження результатів господарської діяльності, приховуванням фонду оплати праці, використанням неформальних трудових відносин тощо. Оскільки понад 6/10 сукупних обсягів сплаченого ПДФО має надходити до бюджетів громад, це зумовлює значні бюджетні втрати місцевого самоврядування.

У зв'язку з такими обставинами для підвищення фіскальної ефективності ПДФО зусилля мають бути зосереджені на усуненні самих причин, які породжують тіньовий сектор економіки, а саме:

- забезпечити поступове зниження сукупного рівня податкового тиску на

бізнес і населення, а також вирівнювання умов оподаткування для усіх платників за рахунок мінімізації винятків із загальних податкових правил, толерування пільгових норм для окремих платників. Поряд із зниження податкового тиску дієва боротьба органів податкового контролю за тіньовими схемами контрабанди та іншими методами ухилення від сплати податків дасть сумлінним платникам податків відчуття того, що держава реально має намір забезпечити рівність усіх перед податковим законодавством. Це стимулюватиме підприємницький сектор працювати офіційно, виводити обороти господарської діяльності з тіні, належно платити податки;

- забезпечити максимальний перехід на цифрові технології у взаєминах між платниками податків та податковими органами. Також потребують розвитку механізми виявлення ухилення від сплати податків, в тому числі із застосуванням новітніх технологій. Ефективність такої роботи значною мірою залежить від забезпеченості податкових органів сучасною технікою та програмним забезпеченням;

- розвивати механізми підтримки малого і середнього бізнесу, в тому числі за рахунок розширення цільових програм пільгового кредитування, надання консалтингових послуг з бізнес-планування, масштабування діяльності, участі у проектах, пошуку зовнішнього фінансування та ін. Зростання ваги малого та середнього бізнесу в місцевій економіці забезпечує підвищення рівня її стійкості, а також стійкості податкової бази формування доходів місцевих бюджетів. Такі платники податків виконують більшою мірою соціальну функцію, забезпечуючи зайнятість місцевого населення та формуючи економічну основу його життя. Але не менш важливим є те, що малий бізнес сплачує до місцевих бюджетів не тільки ПДФО, а також єдиний податок, тобто ті платежі, які в умовах війни показали найвищий рівень «нечутливості» до безпекових загроз.

Національною стратегією доходів на 2024-2030 роки передбачено, що реформування оподаткування заробітної плати буде спрямовано на імплементацію наступних заходів:

1) відновлення прогресивної шкали ставок з однією або двома значно вищими ставками ПДФО для частини доходу осіб з високими доходами, що перевищують встановлений Законом рівень;

2) заміна мінімального неоподаткованого доходу на надання персональної соціальної допомоги особам з низьким рівнем доходу;

3) перегляд пільг з ПДФО, спеціальних умов оподаткування та виключень з податкової бази з метою їх раціоналізації та впорядкування;

4) впровадження ефективної стимулюючої системи податкових вирахувань (повернень сплачених податків), пов'язаних із витратами платників податків офіційно отриманого доходу, або його частини на заходи, пов'язані з розвитком особистого трудового потенціалу, навчанням дітей, створення або розширенням власного бізнесу, самостійне поліпшення житлових та побутових умов, лікування та інше.



## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АНТИКРИЗОВОМУ УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВОМ

Лисак Г.Г., к.е.н., доцент; Шокот Н.В., магістрант  
(ДБТУ, м. Харків, Україна)

*The features of the use of information technologies according to the types of anti-crisis management are considered.*

Процес антикризового управління підприємством потребує прийняття складних управлінських рішень щодо підвищення ефективності діяльності підприємства і виведення його з кризового стану.

Проведене дослідження показало, що впровадження і використання інформаційних технологій в антикризовому управлінні має певні особливості, які набувають високої актуальності в умовах кризи підприємства.

Вивчення досвіду використання методів економіко-математичного моделювання і комп'ютерів у діяльності підприємства показав, що методики, які успішно застосовуються для побудови автоматизованих систем управління підприємством, не придатні до багатокритеріальних проблем, що постають перед керівництвом вищої ланки управління в умовах невизначеності та неповноти інформації.

Причини, що обумовлюють такий стан речей наступні: збільшується об'єм вихідної інформації, при цьому виникають проблеми формування вихідної інформації; виникає проблема достовірності отриманого результату у зв'язку з різноманітністю методів розв'язання задачі; отримання прийнятного розв'язку, як правило, характеризується ітеративністю всього процесу пошуку розв'язків; розв'язком задачі вибору антикризового управління може бути множина розв'язків. В зв'язку з цим на етапі аналізу результатів бажано мати певні переваги для вибору прийнятних рішень.

Іншою проблемою є технологічне забезпечення інформаційної системи підприємства. Застарілі, погано інтегровані модулі погано відображаються на ефективності діяльності підприємства. Крім того, вони відрізняються відсутністю гнучкості та низькою здатністю до адаптування.

Відповідно до типів антикризового управління можна сформулювати особливості використання інформаційних технологій.

Кожний з типів антикризового управління (АУ), з точки зору інформаційних технологій (ІТ), являє собою систему входів, процесів та виходів. ІТ дозволяють ефективно обробляти дані для різних типів АУ. Інформація вводиться з різноманітних джерел в різноманітних формах, класифікується, аналізується, поновлюється. Виведення здійснюється після обробки даних у різних формах відповідно до процедур. Таким чином, інформаційні технології стають невід'ємною і дуже важливою складовою антикризового управління.

Так, для активного АУ роль ІТ стає вирішальною на етапі обробки інформації, коли усі отримані вхідні дані об'єднуються та перетворюються на інформацію, необхідну та придатну для використання тими підрозділами підприємства, яких вона стосується. Для визначення ризиків створюється пе-

релік слабких місць підприємства, що використовується при плануванні управління ризиками та контролюванні збитків. Це дозволяє відновлювати ефективну діяльність підприємства, а також здійснювати управління безпекою та збереженням ресурсів.

Вхідні дані для реактивного АУ включають багато даних, отриманих на попередньому етапі АУ: актуальна інформація про кризові явища, ризики організації та ін. Це необхідно для встановлення пріоритетності заходів з відновлення ефективного функціонування підприємства. Обробка даних залежить від правильного використання інформаційних технологій. Одним із засобів є Internet-технології, які дають змогу отримати останні дані про кризові явища та оперативно вжити антикризові заходи. Вони використовуються при плануванні кризових комунікацій для забезпечення працівників, менеджерів та зовнішніх зацікавлених осіб інформацією, яка може їм знадобитися. Вихідна інформація являє собою, в основному, зареєстровані дії, які здійснювалися для подолання кризової ситуації та стан ресурсного забезпечення.

При інтерактивному АУ інформаційні технології використовують під час проведення аналізу минулих кризових явищ. ІТ тут важливі тим більше, що події можна аналізувати у порівнянні, використовуючи технологічне програмне забезпечення. При застосуванні системи підтримки прийняття рішень підприємство також зможе формувати рекомендації і пропозиції для заходів з АУ в майбутньому.

Після обробки інформації в інтерактивному АУ розробляються прийоми тренування та навчання на основі сценаріїв з врахуванням усіх попередніх кризових ситуацій та антикризових заходів для їх подолання.

Таким чином, інформаційні технології є основою антикризового управління будь-якого типу, на них спираються всі процедури антикризового управління на підприємстві.

Разом з тим, ІТ являють собою один з найбільших ризиків підприємства. Це пов'язано з тим, що глобальна розповсюдженість розподіленого обчислювального середовища робить будь-які підприємства та організації уразливими.

Так, при активному АУ ризик ІТ полягає в конфіденційності, доступності та цілісності ІТ - ресурсів. Ці ризики пов'язані з можливістю відключення телефонних систем, вірусами, хакерами, операційними системами та недоліками програмного забезпечення, питаннями безпеки Internet мережі, ризиками електронної пошти та web-серверів. Тому ці ризики необхідно враховувати при плануванні управління ризиками та контролюванні збитків.

Також необхідно враховувати, що бізнес-процеси підприємства є достатньо уразливими і являють собою один з найбільших ризиків підприємства, тому необхідно планувати неперервну роботу в критичних умовах, передбачаючи запасні дії та використовуючи електронні сховища даних.

Щоб реагувати на уразливість ІТ та ризики, які вона породжує при реактивному АУ, необхідно використовувати програмне та апаратне забезпечення, яке при виникненні критичних ситуацій може автоматично припинити роботу операційних систем.

## АЛФАВІТНИЙ СПИСОК

D	
Dvořak Samuel	154
K	
Kamil Wittek	230
Kazán Luboš	154,428
L	
Laca Matej	154
M	
Mateusz Olszewski	44
R	
Režo Marek	428
S	
Sany Jozef Samuel	428
A	
Абаньшина А.П.	296
Авксентьева Р.О.	412
Алефіренко А.А.	393
Алієв Р.Е.	3
Андропова А.О.	297
Анопрієнко О.А.	456
Б	
Бабенко О.А.	493
Бажанов Д.Г.	167, 202
Баламут М.О.	450
Баськов Д.Р.	299
Баталін В.Р.	494
Бачинська В.В.	441
Баштовий В. Б.	253
Бєлих О.В.	5
Бібленко О.С.	105
Білий Д.В.	350
Білий Д.Р.	101
Біловод І.В.	300
Білоусов А.О.	72
Бобонець Є.С.	414
Богомаз І.М.	97
Богомолів О.О.	99
Богущ А.В.	429
Божко А.В.	131
Бойко Є.В.	101
Бондаренко Д.Ю.	103

Бондаренко М.В.	85
Борисенко О.С.	164
Бочарніков І.О.	105
Брик І.І.	146
Бринза К.В.	417
Брусенцев К.В.	7
Будовський Р. М.	9
Булига О.С.	11
Бундюк А.В.	12
В	
Видюк О.В.	438
Винник-Чаплинський М.О.	165
Винокуров Є.О.	303
Вініченко Б.Е.	11
Вітюк А.Ю.	431
Вовк В.Р.	458
Водолазький Д.В.	14
Войтенко В.С.	351
Войтова Н.О.	21
Волков С.А.	305
Вороний І.О.	16
Вороніна А.Ю.	107
Воронкін А.О.	109
Вороновський В.О.	107
Воропаєв Д.О.	460
Г	
Гавриленко О.В.	17
Гайворонський Є.Ю.	255
Гармаш Д.О.	223
Герасімов Ю.С.	496
Гітис М.Ю.	420
Глянь Т.І.	392
Голота В.В.	19
Гончар Д.О.	111
Гончарова А.Д.	306
Горбунова М.Д.	21
Гречка Ю.П.	462
Гриб Д.В.	307
Гриб К.О.	308
Григоров Ю.Ф.	353

Громов О.Є.	113
Гулійова А.І.	23
Гунько К.В.	25
Д	
Давиденко Д.В.	148
Девятілов В.Р.	175
Дейнега М.В.	393
Демочко С.О.	498
Демченко В.О.	433
Денисенко А.А.	394
Денисов Б.Ю.	371
Дереза О.С.	19
Деркач А.Є.	309
Дедков А.О.	257
Дикий А.	435
Дмитренко М.З.	150
Дмитріченко А.С.	422
Добровольський Д.О.	310
Долгополов О. М.	225
Донов Д.О.	500
Донченко Б.В.	115
Дорошенко Т.О.	25
Дорошко Д.В.	26
Думіндяк С.Б.	167
Дьоміна Т.О.	372
Дьякова П.В.	431
Є	
Євтухова М.Д.	396
Євтушенко О.В.	27
Єна В.М.	312
Єрмак О.А.	464
Єрмоленко О.В.	355
Ж	
Журавель О.А.	313
З	
Завадський А.С.	29
Задорожний В.П.	226
Заруба Б.В.	375
Засуха О.М.	259
Захаров А.В.	170
Зеленіна А.Д.	465
Зіброва В.І.	117

Зінченко Є.О.	118
Зубенко Ю.С.	315
І	
Іванніков Є. А.	467
Іванова Т.С.	90
Іванюта М.О.	502
Івахненко О.В.	468
Іващенко М.А.	356
Ільїн М.С.	152
Ільченко А.Є.	125
К	
Калашник Є.А.	228
Кальченко М.С.	167, 202, 205, 215
Калюжний М.Д.	260
Камардін О.В.	172
Кантемир В.О.	377
Кармазова А.І.	118
Карпенко А.С.	105
Качала І. О.	316
Кириченко О.А.	31
Кирніс І.К.	173
Кірієвський Д.А.	32
Кісь М.В.	119
Кісь О.В.	231
Клименко А.С.	74
Клименко І.В.	261
Клюса В.М.	175
Ковалевський Є.В.	177
Коваленко А.О.	121
Коваленков Р.О.	123
Коваль Д.В.	358
Ковальов М.К.	34, 263
Козлюк В.М.	105
Колісник М.М.	178
Коломієць Я.В.	124
Комаричев О.В.	378
Корінна О.М.	125
Кормілець Д.А.	74
Корнєв О.С.	164
Корольов А.О.	265
Корчуганов В.А.	180

Косточка О.Д.	126, 128
Котенко Д.А.	268
Котляр О.А.	270
Кравченко М.О.	189
Красін К.І.	11
Красота А.М.	183
Кривоніс Б.О.	184
Крупська О.А.	379
Кубась Є.С.	335
Кульпін Р.А.	76
Куропятнік С.В.	381
Кусков М.А.	233
Кухарський С.В.	46
Куценко М.С.	83, 359
Кучерявий М.В.	470
Кучков В.С.	317
Куц М.В.	186
Л	
Лавренко Д.С.	382
Ладоненко Д.В.	318
Лазебний М.В.	36
Лаптій І.Р.	77
Латишев Б.О.	448
Левченко О.С.	152
Лещенко В.В.	504
Лебедєв А.О.	129
Линник В.	397
Литвиненко А.С.	320
Ліфенцев О.Є.	321
Лобинськей Д.Р.	235
Логвіненко Є.В.	436
Лоза А.Є.	188
Ломака С.М.	438
Лубченко Є.В.	37
Лубченко О.В.	38
Лук'яненко О.В.	39
М	
Мазуркевич Ю.О.	506
Макаренко О.В.	78
Малий В.А.	155
Мальцев К.В.	383
Мальцева О.В.	40

Маренич А.С.	439
Мартинова М.	131
Мархайчук М.В.	441
Марченко М.М.	157
Масалов І.О.	101
Мац Є.І.	189
Машталь В.В.	42
Медведев Г.Є.	474
Мелкумов Р.М.	508
Мельник В.І.	429
Мельников В.Є.	191
Мерзляков М.О.	472
Меркулова А.І.	81
Мещеряков В.В.	322
Мірошніченко М.В.	324
Місюра Д.С.	83
Міхальова К.М.	325
Мішин Д.В.	510
Міщенко В.Є.	117
Моголівець А.С.	271
Можейко В.С.	194
Мольський О.С.	360
Мороз М.М.	195
Мотайло М.С.	272
Мулярчук В.О.	197
Н	
Назаренко Є.В.	85
Налбатов С.А.	385
Неєлов Р.С.	101
Немога А.О.	512
Новицький Ю. А.	87
Новосельський Я.Б.	274
Норік П.Г.	399
Носік Д.І.	326
Носуля О.Є.	474
О	
Онищенко А.В.	443
Опаленік А.В.	276
Осіпова Л.В.	99
Остапюк А.В.	198
Островець Є.В.	277

П	
П'ятаков П.А.	350
Павленко І.І.	514
Панов А.О.	322, 326, 329, 337, 344
Панов В.О.	99
Пасмор Ю.В.	279
Патока І.О.	282
Передерій Б.В.	516
Пересада М. О.	401
Петкогло Д.Ю.	386
Петренко В.В.	237, 518
Петрик О.В.	159
Піх Є.О.	46
Погорілий А.Л.	88
Поліщук К.С.	328
Поляк М.І.	283
Пономаренко Ю.С.	329
Попик П.С.	200
Попов Ю.П.	387
Попова А.В.	26, 72
Поспелова О.Є.	331
Похил А.В.	333
Пушкаренко О.Ю.	48
Пушкеш С.В.	103
Пятодверний С.В.	202, 205, 215
Р	
Радченко С.С.	335
Рева Ю.С.	50
Ремень В.О.	152
Рибалка М.Ю.	52
Рижков Р.С.	207
Романашенко І.О.	403
Романова С.С.	475
Руденко С.О.	284
Ружило А.З	209
С	
Саєнко В.Д.	133
Салащенко В.С.	133
Салов М.В.	178

Сапарай Я.В.	405
Саханський А.А.	337
Свіргун В.В.	90, 95
Світличний О.В	239
Седик В.В.	339, 340
Семенов Д.С.	124
Семерня О.В.	53
Семперович І.В.	407
Сергєєва А.М.	92
Сергієнко В.В.	409
Серікова А.В.	134
Сірик Д.М.	341
Скарга В. А.	477
Скачко А.В.	424
Склянчук А.Г.	135
Скоченко Н.М.	55
Скрипник А.А.	23
Сліпцов О.Ю.	25
Сліченко М.М.	479
Сміцков Д. С.	241
Снаговський В.В.	342
Соколов О.	445
Солодовник Е.В.	94
Сологуб-Йосеф Р.Т.	285
Сотнік О.В.	286
Сотніков Д.О.	88
Спіра Д.М.	481
Стецюк Д.О.	433
Сторож Р.О.	212
Суббота М.Є.	57
Сухонін В.С.	85
Т	
Тачук М.В.	59
Тимошенкова Ю.Я.	410
Тимченко Д.Д.	483
Тіхонова В.А.	343
Ткаченко В.Ю.	136
Тоберт М.Ю.	288
Товт Ф.Ф.	290
Токар П.С.	344
Толмачов О.В.	362
Торгоня Б.М.	186

Трипілець В.В.	138
Трунов Д.Р.	214
У	
Усата К.О.	141
Усата К.С.	139
Ф	
Філімонов Б.В.	61
Фокін В.В.	202, 205, 215
Фуніков П.В.	485
Х	
Хайло Д.А.	346
Халенко А.С.	487
Халін Д.В.	364
Харченко О.М.	63
Хижковий Б.С.	143
Холошний В.А.	446
Хом'як А.І.	448
Хрипливець О.Г.	243
Ц	
Цебенко Д.В.	245
Ч	
Череватенко Г.І.	247
Черевашенко І.С.	218
Чередніков Д.А.	292
Черненко Р.О.	144
Чернишенко В.В.	489
Черняк А.І.	347
Черняк Ю.Д.	388

Чикіт К.Р.	450
Чіпка В.А.	294
Чорноног А.Ю.	95, 491
Чумакова А.С.	348
Ш	
Шаповал В.В.	249
Шаповал В.О.	65
Шаповалов Д.О.	349
Шебетя М.В.	452
Шевчук О.М.	220
Шестов К.Г.	36, 67
Шовкун З.М.	454
Шокот Н.В.	520
Шорохова М.О.	426
Штефан Д.В.	222
Штифура В.В.	389
Шульга В.В.	68
Щ	
Щигло Є.О.	70
Ю	
Юристовський Р.В.	72
Юрченко Я.Ю.	366
Я	
Яковлев М.В.	251
Якушенко Є.М.	369, 370
Ярова А.О.	29
Яценко В.Ю.	161

## ЗМІСТ

<b>СЕКЦІЯ 1. ІННОВАЦІЇ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ</b>	<b>3</b>
<b>СЕКЦІЯ 2. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ В АПВ</b>	<b>73</b>
<b>СЕКЦІЯ 3. СУЧАСНІ ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ</b>	<b>97</b>
<b>СЕКЦІЯ 4. НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬГОСПМАШИНОБУДУВАННІ</b>	<b>146</b>
<b>СЕКЦІЯ 5. ІННОВАЦІЇ ТА РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ РЕМОНТНОГО ВИРОБНИЦТВА</b>	<b>164</b>
<b>СЕКЦІЯ 6. МЕХАТРОНІКА</b>	<b>223</b>
<b>СЕКЦІЯ 7. ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА АВТОМАТИЗОВАНІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ В АПВ</b>	<b>253</b>
<b>СЕКЦІЯ 8. ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ І КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ АПВ</b>	<b>296</b>
<b>СЕКЦІЯ 9. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ, КОНДИЦІОНВАННЯ ТА ІНТЕГРОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ В АПВ</b>	<b>350</b>
<b>СЕКЦІЯ 10. БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ АПВ</b>	<b>371</b>
<b>СЕКЦІЯ 11. ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ АПВ</b>	<b>391</b>
<b>СЕКЦІЯ 12. ФІЛОСОФСЬКО – ГУМАНІТАРНІ ПРОБЛЕМИ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ</b>	<b>412</b>
<b>СЕКЦІЯ 13. КОМЕРЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ</b>	<b>428</b>
<b>СЕКЦІЯ 14. АРХІТЕКТУРА І БУДІВНИЦТВО СУЧАСНОГО УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА</b>	<b>456</b>
<b>СЕКЦІЯ 15. ФІНАНСОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ АПВ</b>	<b>493</b>
<b>АЛФАВІТНИЙ СПИСОК</b>	<b>522</b>
<b>ЗМІСТ</b>	<b>527</b>





" МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ "

**Матеріали XXI -го міжнародного форуму молоді**

Відповідальні за випуск:

Автухов А.К.  
Мартиненко О.Д.

Комп'ютерна верстка:

Мартиненко О.Д.

**Матеріали збірки публікуються в авторському варіанті  
без редагування**

Підписано до друку 08. 04. 2025р. Формат 60Ч84 1/16  
Папір офсетний. Ум. др. аркушів 18,5. Тираж 300 пр.  
Замовлення №

61002, Україна, м. Харків, вул. Алчевських, 44

Надруковано в друкарні ООО «ПромАрт»  
61023, Україна, м. Харків, вул. Весніна, 12.  
тел. (057) 717-28-80, e-mail: promart\_order@ukr.net