



**III Всеукраїнська науково-практична конференція
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ В АПК:
НАУКОВІ ПОШУКИ МОЛОДІ**

Харків,
2025



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківська обласна державна адміністрація
Державний біотехнологічний університет
Національний технічний університет «ХПІ»
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
ЗВО «Подільський державний університет»
Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського



**Матеріали
III Всеукраїнської науково-практичної конференції**

**ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА
ТА ТЕХНОЛОГІЇ В АПК:
НАУКОВІ ПОШУКИ МОЛОДІ**

3 квітня 2025 р.

м. Харків

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ХПІ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ЗВО «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КИЇВСЬКОЇ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. І. СІКОРСЬКОГО

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ В АПК: НАУКОВІ ПОШУКИ МОЛОДІ

МАТЕРІАЛИ

III Всеукраїнської науково-практичної конференції

3 квітня 2025 р.

Харків
ДБТУ
2025

Організаційний комітет:

Михайлов В.М., д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ДБТУ, голова оргкомітету;
Сорокін М.С., к.т.н., доц., декан факультету енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій ДБТУ, заступник голови;
Лисиченко М.Л., д.т.н., проф., професор кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ, заступник голови, учений секретар конференції;
Міненко С.І., голова ради молодих вчених, доктор філософії PhD з менеджменту, бізнесу і адміністрування ДБТУ;
Мірошник О.О., д.т.н., проф., завідувач кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту ДБТУ;
Хандола Ю.М., к.т.н., доц., завідувач кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ;
Петренко О.В., к.т.н., доц., завідувач кафедри інтегрованих електротехнологій та енергетичного машинобудування ДБТУ;
Косуліна Н.Г., д.т.н., проф., професор кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ;
Мороз О.М., д.т.н., проф., професор кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту ДБТУ;
Потапов В.О., д.т.н., проф., професор кафедри інтегрованих електротехнологій та енергетичного машинобудування ДБТУ.
Каплун В.В., д.т.н., проф., директор навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП;
Головко В.М., д.т.н., проф., професор кафедри відновлюваних джерел енергії КПІ ім. І. Сікорського;
Щур І.З., д.т.н., проф., завідувач кафедри електромеханіки і комп'ютерних електромеханічних систем Національного університету «Львівська політехніка»;
Гапон Д.А., д.т.н., доц., завідувач кафедри автоматизації та кібербезпеки НТУ «ХП»;
Михайлова Л.М., к.т.н., проф., директор навчально-наукового інституту енергетики ЗВО «Подільський державний університет».

Е45 Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: наукові пошуки молоді: матеріали III Всеукраїнської наук.-практ. конф., 3 квітня 2025 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Харків, 2025. – 206 с. – Електрон. дані. – Режим доступу: <http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/>

У збірнику подано теоретичні та практичні результати досліджень і розробок здобувачів вищої освіти, аспірантів, молодих учених за такими напрямками: електропостачання та енергетичний менеджмент, відновлювана енергетика, електромеханіка та робототехніка, біомедична інженерія та електромагнітні технології, інтегровані процеси та технології тепло- і холодопостачання.

Матеріали будуть корисні викладачам, здобувачам вищої освіти та молодим науковцям.

УДК 621.3:338.43](06)

СЕКЦІЯ 1. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 621.316.13

ПЕРСПЕКТИВА МОДЕРНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ УКРАЇНИ 10–35 кВ ЗАВДЯКИ ВПРОВАДЖЕННЮ АВТОМАТИЧНИХ ПУНКТИВ СЕКЦІОНУВАННЯ

Бахметьєв В. В., асп., e-mail: vladdp70@gmail.com

Науковий керівник – доц. Жорняк Л. Б.

Національний університет «Запорізька політехніка»

Автоматичні пункти секціонування (АПС) в електричних мережах забезпечують автоматичне відновлення електропостачання після аварійного відключення, ізолюючи пошкоджені ділянки мережі та зменшуючи зони знеструмлення. В умовах зношеності розподільчих електромереж, інтеграції відновлюваних джерел енергії, необхідності підвищення рівня автоматизації та ризиків, військових пошкоджень енергетичної інфраструктури тощо, АПС стають важливим елементом модернізації енергосистеми України.

Принцип роботи цих пристроїв базується на автоматичному виявленні збоїв у мережі та секціонуванні її ділянок для запобігання повного відключення споживача. Якщо система фіксує тимчасове пошкодження, то після короткої перерви вона автоматично відновлює електропостачання. У разі стійкого дефекту виконується кілька спроб включення, після чого несправний сегмент остаточно відключається. Такий алгоритм мінімізує тривалість збоїв, знижує експлуатаційні витрати та підвищує ефективність обслуговування електромереж [1, 2].

АПС особливо важливі для роботи мереж, що поєднують традиційну генерацію з розподіленими джерелами енергії. В умовах широкого впровадження сонячних і вітрових електростанцій система електропостачання стикається зі змінними потоками енергії, що ускладнює функціонування стандартних захисних механізмів. АПС дозволяють швидко реагувати на зміни навантаження, адаптуючи роботу мережі до нестабільності генерації. Вони також відіграють ключову роль у розвитку мікромереж, дозволяючи підтримувати локальне енергопостачання навіть за відсутності зв'язку з головною мережею [2].

В Україні такі технології не завжди застосовуються у регіонах з частими аварійними відключеннями, а також у сільській місцевості. Такі технології варто також застосовувати в енергомережах в теперішній час через те, що вони дозволяють швидше відновлювати електропостачання після ракетних ударів та інших пошкоджень інфраструктури і тим самим відіграють важливу роль у енергозабезпеченні споживачів [1, 2].

Попри значний потенціал розширення, впровадження та використання АПС стикається з низкою труднощів, зокрема високою вартістю обладнання, необхідністю модернізації старих мереж та складністю налаштування захисних алгоритмів для уникнення помилкових спрацьовувань [2].

Подальший розвиток енергетичної інфраструктури України має ґрунтуватися на автоматизації та впровадженні інтелектуальних систем управління. Інтеграція АПС у цифрові енергетичні платформи дозволить суттєво підвищити ефективність роботи енергомереж, а локалізація їхнього виробництва знизить витрати на впровадження. Використання цих пристроїв у поєднанні з відновлюваними джерелами енергії сприятиме децентралізації енергетичної системи України, підвищенню її гнучкості та адаптивності до сучасних викликів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бахметьєв В. В., Левченко О. П., Жорняк Л. Б. Підвищення ефективності роботи розподільчих мереж ліній 10–35 кВ за рахунок автоматичних пунктів секціонування. *Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: тези доп. міжнар. наук.-практ. конф.*, 6 листопада 2024 р. Харків: Держ. біотехнологічний ун-т, 2024. С. 16–17.

2. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року: [схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 червня 2024 р. № 587-р.]. URL: <https://me.gov.ua/view/bb0b9ef5-ea96-4b8a-8f2f-471faf32c9df>

ПІСЛЯВОЄННІ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ

Беліков Є. Д., магістрант, e-mail: egor628419@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Трунова І. М.

Державний біотехнологічний університет

На сьогодні існують багато факторів впливу на надійність електропостачання, насамперед, наслідки ракетних обстрілів енергетичної інфраструктури України. І хоча зараз детальна інформація є з обмеженим доступом, але існують узагальнені показники, які публікуються у звітах, наприклад, моніторингової місії ООН в Україні, де вказано, що «атаки 2022–2023 років в основному були спрямовані на об'єкти електропередачі, атаки 2024 року в значній мірі націлювались на об'єкти електрогенерації... Станом на червень 2024 року 73% енергоблоків теплових електростанцій в Україні були виведені з ладу через значні пошкодження. Крім того, 20 гідроагрегатів на гідроелектростанціях також були виведені з експлуатації» [1], а перебої в електропостачанні торкнулися близько 1,5 мільйона людей в Україні. Відповідно, ключовим завданням у післявоєнний час буде відновлення енергетичної інфраструктури шляхом ремонту пошкодженого обладнання та заміни обладнання, яке неможливо відновити, на сучасне обладнання провідних виробників, бажано, вітчизняних. При цьому, необхідно підвищувати і якість технічної експлуатації енергетичного обладнання, зокрема, розподільних мереж, в умовах ймовірного обмеженого фінансування та браку кваліфікованих фахівців галузі. Хоча, слід зазначити, що самовіддана праця фахівців, які зараз працюють в галузі, дозволила за даними НКРЕКП [2] навіть знизити у 2023 році показник SAIDI з вини компанії на 11,1% порівняно з 2022 роком (рис. 1). Однак, зрозуміло, що перерви у електропостачанні внаслідок ремонтів збільшилися за той же час на 59,6%, що можна прогнозувати і після війни.

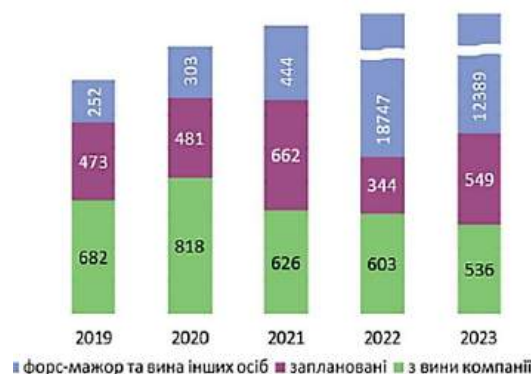


Рисунок 1 – Показники SAIDI по роках, хв [3]

Таким чином, проведений аналіз показав, що існують певні фактори впливу на надійність електропостачання у післявоєнний час. Тому необхідно їх враховувати під час дослідження шляхів забезпечення та підвищення надійності електропостачання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Атаки на енергетичну інфраструктуру України: Шкода цивільному населенню. Бюлетень моніторингової місії ООН з прав людини в Україні у вересні 2024 року. URL: https://ukraine.ohchr.org/sites/default/files/2024-12/UKR_Attacks_on_Ukraine's_Energy_Infrastructure_Harm_to_the_Civilian.pdf (дата звернення: 27.03.2025).

2. Звіт про результати діяльності НКРЕКП за 2023 рік. URL: https://www.nerc.gov.ua/storage/app/sites/1/Docs/Byuleten_do_richnogo_zvitu/broshura_do_richnogo_zvitu_nkrekp-2023.pdf (дата звернення: 27.03.2025).

ДІАГНОСТИКА РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ПРИ ОДНОФАЗНОМУ ЗАМИКАННІ НА ЗЕМЛЮ

Бондар С. О., студ., e-mail: serzhbondar0@gmail.com

Науковий керівник – доц. Серeda А. І.
Державний біотехнологічний університет

За даними досвіду експлуатації, найпоширенішим видом пошкодження в розподільних електричних мережах є однофазні замикання на землю (ОЗЗ), що становлять 75–90% від загальної кількості пошкоджень. Тому боротьба з ними є стратегічним напрямом роботи щодо підвищення надійності систем електропостачання. Мережі із ізольованою нейтралі мають низький рівень ємнісних струмів, і це ускладнює використання селективних захистів від однофазних замикань на землю. Більшість підстанцій мереж 6–35 кВ мають лише загально секційний захист від ОЗЗ із дією на сигнал. Визначення пошкодженого приєднання проводиться шляхом почергового відключення ліній, що відходять, і призводить до перерв в електропостачанні споживачів.

При розробці пристроїв захисту та сигналізації замикань на землю використовують такі принципи:

- використання струмів та напруги нульової послідовності (НП) промислової частоти;
- використання вищих гармонік струму і напруги НП;
- використання «накладених струмів»;
- використання електричних величин перехідного процесу.

Пропонується використовувати підключення генератора високої частоти до шин підстанції для визначення пошкодженого приєднання без оперативних перемикань. Пристрій визначення пошкодженого приєднання складається з ГВЧ, що підключається до землі та шин підстанції через штучну нульову точку, зібрану з 3 конденсаторів ємністю 50 нФ. При накладенні струмів високої частоти частотний портрет струму ОЗЗ у пошкодженому приєднанні змінюється і частотах 1–8 кГц амплітуда збільшується більш ніж 20 разів проти неушкодженими приєднаннями. Це дає можливість виділити пошкоджене приєднання та розпочати подальший пошук місця пошкодження. Кількість ліній, що відходять, на підстанції не обмежена.

Використовуючи значення резонансних частот для неушкодженої та пошкодженої фази лінії визначається відстань до передбачуваного місця ушкодження. Похибка визначення відстані становить 2–4%, що значно скорочує зону пошуку.

Попередньо визначаються параметри лінії (питома індуктивність та ємність). Керування частоти відбувається за допомогою мікропроцесора, який на підставі вимірювань, отриманих на виході ГН формує керуючий сигнал. Аналогово-цифровий перетворювач і цифро-аналоговий перетворювачі служать для перетворення сигналів, одержуваних і переданих мікропроцесором. При пошкодженні лінії електропередачі мережі з ізольованою нейтраллю, що призводить до виникнення ОЗЗ, змінюється симетрична трифазна система. Мережа при цьому залишається в роботі (до двох годин згідно з ПУЕ). Оперативна виїзна бригада після прибуття на підстанцію зчитує показання вимірювальних приладів, встановлених на кожному із приєднань. Передача інформації виконується радіоканалом. Після визначення пошкодженого приєднання виконуються операції для його відключення. Пристрій визначення місця пошкодження підключається по черзі до фаз лінії електропередачі. На основі розробленого алгоритму пристрій розраховує відстань від підстанції до місця пошкодження, куди виїжджає ремонтна бригада для усунення пошкодження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця, 2019. 148 с.

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИКИ

Боровик Н. В., викл., e-mail: nata_borovik777@ukr.net

Державний навчальний заклад «Лісоводський професійний аграрний ліцей»

Боровик Д. О., студ., e-mail: denisbor044@gmail.com

Хмельницький національний університет

Сучасний світ все більше залежить від електроенергії. Тому забезпечення високої якості електропостачання є одним з ключових завдань енергетичної галузі.

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) – це потужні інструменти для аналізу даних про якість електроенергії та розробки оптимальних рішень. У майбутньому очікується подальший розвиток систем оцінки якості електроенергії. Нові технології, такі як блокчейн і квантові обчислення, відкривають нові можливості для підвищення надійності та безпеки електроенергетичної системи.

Основні економічні аспекти, які слід враховувати при оцінці якості електропостачання, це: витрати на ремонт та заміну обладнання: низька якість електроенергії може призвести до передчасного виходу з ладу побутової техніки, промислового обладнання тощо; витрати на енергозбереження: для зменшення впливу низької якості електроенергії на енергоспоживання пошук та впровадження заходів.

Метод економічної оцінки передбачає розрахунок економічних збитків: оцінка прямих і непрямих витрат, пов'язаних зі зниженням якості електроенергії. Аналіз витрат і вигод: порівняння витрат та очікуваних економічних вигод від покращення якості електроенергії. Використання обладнання: оцінка ефективності використання обладнання в умовах низької якості електроенергії.

Для ефективно оцінки якості електроенергії та прийняття обґрунтованих рішень використовуються спеціалізовані програмні системи. Такі системи можуть: збирати та зберігати дані про якість електроенергії з різних джерел. Аналізувати дані за допомогою статистичних методів та моделей машинного навчання та візуалізувати результати аналізу в легкій для сприйняття формі. Зазначені системи також можуть: прогнозувати якість електроенергії на основі історичних даних; розробляти заходи для покращення якості електроенергії; робити прийняття рішень на основі оцінок якості електроенергії.

Результати оцінки якості електроенергії використовуються для прийняття рішень щодо оптимізації режимів роботи енергосистеми для забезпечення високої якості електроенергії.

Таким чином, дослідження методів прийняття рішень щодо оцінки якості електропостачання є актуальним і важливим для забезпечення сталого розвитку енергетичної системи, що сприятливо відобразиться на економічних показниках та зробить інвестиції в розвиток енергетичної інфраструктури привабливими.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мірошник О.О. Моделі та методи підтримки прийняття рішень в системі керування якістю процесу розподілу електричної енергії: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. 2015.

2. Оцінка ризиків при інтеграції відновлюваних джерел енергії до системи електропостачання / В.А. Степаненко, А.І. Замулко, Ю.А. Веремійчук, В.Ф. Находов. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2022. № 2. С. 64-74. URL: <http://energy.kpi.ua/article/view/261372>.

3. Карєєва Н.В., Войтно С.В., Сорокіна Л.В. Ризик-менеджмент сталого розвитку енергетики: інформаційна підтримка прийняття рішень: навчальний посібник. К.: Альфа Реклама, 2013. 308 с.

4. Мірошник О. О. Аналіз методів оцінки якості електричної енергії в розподільних мережах в умовах невизначеності. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Вип. 175 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України»*. 2016. С. 14-16.

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ
РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИКИ З ВИСОКИМИ ВИМОГАМИ
ДЛЯ ЦИФРОВИХ ПІДСТАНЦІЙ

Бунько Н. В., здобувач вищої освіти, e-mail: VBunko@gmail.com

Національний університет «Львівська політехніка»

Глубіш А. С., здобувач вищої освіти, e-mail: anatoliymr3@gmail.com

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Науковий керівник – доц. Бунько В. Я.

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

На сьогоднішній день в епоху інформаційних технологій, у тому числі в електроенергетиці, цифрова трансформаторна підстанція (ПС) – підстанція нового покоління, в якій організація усіх потоків інформації під час вирішення задач моніторингу, аналізу та управління здійснюється в цифровому вигляді.

Для створення повноцінної цифрової ПС мають бути застосовані такі елементи як високовольтні цифрові трансформатори струму і напруги, мікропроцесорні інтелектуальні електронні пристрої (IED), включаючи пристрої контролю та управління, релейного захисту і автоматики, протиаварійної автоматики, телемеханіки, лічильники електроенергії тощо, які повинні підтримувати міжнародний стандарт МЕК 61850, що описує зведення правил для організації протоколу подій передачі даних [1].

До прикладу пристрої релейного захисту мереж середньої напруги з високими вимогами Easergy P5 [2], використовуються в цифрових підстанціях для керування та автоматизації системи електропостачання, і виконують наступні функції [2]:

1) вбудований дуговий захист – пристрій виявляє спалах електричної дуги і за лічені мілісекунди знеструмлює електрообладнання, зменшуючи відповідно ризик аварії, а це означає, що шанси поширення чи зростання дуги відсутні, що унеможливорює руйнування чи виходу з ладу електричного устаткування на підстанції;

2) розширена кібербезпека – пристрій P5 розроблено з покращеним пакетом кібербезпеки, що відповідає стандарту МЕК 62443, що означає зменшення впливу кіберзагроз та покращення операційної безпеки. Дана функція передбачає захист доступу відповідними паролями, відключення портів та безпечний зв'язок;

3) інтуїтивно зрозуміле касетне виконання – за допомогою вбудованої в корпус ручки, пристрій можна швидко від'єднати або замінити, щоб пришвидшити обслуговування, проте доступ до проводки, даних, зв'язку та налаштувань залишаються на панелі, навіть при повторному приєднанні пристрою;

4) покращений час відновлення – за необхідності технічного обслуговування або тестування Easergy P5 допомагає скоротити час відновлення після вимкнення електрообладнання. Резервна пам'ять може автоматично відновити налаштування, а обладнання може продовжувати свою роботу вже за кілька хвилин;

5) покращена здатність підключення – даний пристрій має 7 протоколів підключення. Такі протоколи відповідають МЕК 61850 Modbus (послідовний/TCP), МЕК 60870-5-103, МЕК 60870-5-101, Ethernet/IP та DNP3 (послідовний/TPC).

Таким чином, використання такого типу інтелектуального пристрою IED (IED – intelligent electronic device) з високими вимогами, який пропонується до встановлення, дасть широкі можливості створення цифрових трансформаторних підстанцій, які на сьогоднішній день успішно впроваджуються в системі електропостачання та енергоменеджменту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://enpaselectro.com/tehnologii/relejnaya-zashhita-i-avtomatika.html> (дата звернення: 20.03.2025).

<https://www.se.com/ua/uk/download/document/UAM-P5-RU-M-33A/> (дата звернення: 23.03.2025).

ЗАСТОСУВАННЯ РЕКЛОУЗЕРА ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ
РЕЗЕРВУВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ

Буряківський В. К., магістр, e-mail: buriakiv_v@ukr.net
Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мірошник О. О.
Державний біотехнологічний університет

Вимоги щодо підвищення надійності електропостачання споживачів можуть бути виконані лише за умови широкого впровадження автоматизованих систем керування в розподільних мережах [1]. Це пов'язано з тим, що наявна система ручного вимкнення пошкоджених ділянок мережі за допомогою роз'єднувачів не здатна забезпечити суттєве скорочення перерв у постачанні електроенергії. Одними з найбільш ефективних сучасних рішень у цій сфері є реклоузери РВА/ТЕЛ-10-12.5/630, які використовуються для резервування електромереж напругою 6-10 кВ.

Щодо забезпечення надійності електропостачання, електроприймачі згідно з Правилами улаштування електроустановок та Правилами користування електричною і тепловою енергією поділяються на три категорії. Надійність системи електропостачання, як і будь-якої технічної системи, визначається частотою та тривалістю перерв у постачанні електроенергії в розрахункових точках мережі. Ці показники залежать від надійності окремих елементів схеми, рівня резервування, а також особливостей системи технічного обслуговування та ремонту.

Однією з ключових причин активного впровадження вакуумних вимикачів у сучасних системах автоматизації розподільних мереж є їх низьке енергоспоживання та можливість реалізації циклу «швидкого» АПВ (автоматичного повторного включення). За кордоном цей клас комутаційних пристроїв отримав назву «реклоузери» (від англ. *reclosure* – повторне включення). Для повітряних ліній електропередачі режим АПВ є критично важливим, оскільки він значно підвищує надійність електропостачання. Це дає змогу секціонувати лінії електропередачі (ПЛ) та за потреби реалізовувати мережне резервування. Однак відсутність оперативних джерел живлення або обмеження потужності оперативних кіл створюють значні труднощі для більшості комутаційних пристроїв [2, 3]. Широке застосування вакуумних вимикачів, які потребують значно менше енергії для роботи, дозволило суттєво покращити рівень надійності електропостачання.

Використання реклоузерів дає змогу автоматизувати процес резервування електромереж, при цьому вони не потребують частого технічного обслуговування або ремонту. Найвища ефективність роботи системи електропостачання з автоматичним резервуванням досягається в мережах із двостороннім живленням, що працюють в умовно-замкненому режимі. У повітряних лініях з одностороннім живленням доцільним є застосування місцевого резервування на основі дизель-генераторних установок. Автоматичне введення резерву (АВР) є ефективним у мережах із двостороннім живленням, оскільки в цьому випадку перемикання здійснюються в різних точках мережі, а робота пристроїв секціонування та резервування узгоджується відповідно до завдань, покладених на систему автоматизації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Правила улаштування електроустановок. Харків: Форт, 2009. 708 с.
2. Qawaqzeh M., Al_Issa H., Buinyi R., Bezruchko V., Dikhtyaruk I., Miroshnyk O., Nitsenko V. The assess reduction of the expected energy not-supplied to consumers in medium voltage distribution systems after installing a sectionalizer in optimal place. *Sustain. Energy, Grids and Networks* 2023, 34, 101035. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2023.101035>.
3. IEC 61643-1. Surge Protection Devices in Low-voltage Systems.

ДІАГНОСТИКА КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ТА ОЦІНКА ЇХ СТАНУ

Головаш В. В., магістр, e-mail: golovash@ukr.net

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мірошник О. О.

Державний біотехнологічний університет

На сьогодні значна частина енергетичного обладнання вичерпала термін експлуатації, визначений нормативними документами, і працює на межі своїх можливостей. Тому розробка системи оцінки технічного стану енергетичного устаткування електростанцій, підстанцій та електричних мереж є актуальним завданням.

Актуальність цього дослідження зумовлена гострою потребою у переході до системи обслуговування обладнання за його технічним станом, а не на основі планово-попереджувальних ремонтів. Головним недоліком останньої є відсутність комплексного підходу до обслуговування електроустаткування, що може спричинити необґрунтоване збільшення трудомісткості ремонтних робіт [1, 2].

Наразі в електроенергетиці активно впроваджуються інформаційні комплекси, які забезпечують збір, обробку та збереження даних із різних датчиків і систем моніторингу окремих видів обладнання, що отримуються в режимі реального часу. Такі дані є більш достовірними порівняно з інформацією, отриманою при діагностиці виведеного з експлуатації обладнання. Однак для їх ефективного використання необхідна автоматизація процесів обробки та аналізу інформації на основі експлуатаційного досвіду, а також отримання об'єктивних оцінок стану обладнання незалежно від кваліфікації персоналу.

З метою підвищення надійності електропостачання споживачів і зменшення кількості пошкодженого енергетичного обладнання, зокрема кабелів, під час проведення профілактичних випробувань ізоляції підвищеною напругою доцільно застосовувати руйнівні методи випробувань та діагностики кабелів в умовах експлуатації. Ці методи базуються на періодичних вимірюваннях найбільш значущих характеристик ізоляції.

Необхідний електричний опір жил кабелю відносно одна до одної та до заземленої оболонки або землі забезпечується ізоляцією. Ізоляція кабелів поділяється на ту, що безпосередньо покриває струмопровідну жилу (ізоляція жил), та ту, що розміщується між ізованими жилами або виконує функцію поясної ізоляції.

До ізоляційних матеріалів, які використовуються у виробництві кабелів, висуваються високі вимоги. Вони повинні мати достатню механічну міцність, щоб витримувати численні вигини під час намотування на барабани та виконання монтажних робіт, забезпечувати необхідну довговічність, так як при виникненні пошкоджень кабельних ліній, особливо прокладених в траншеях або блоках, виникають тривалі перерви в електропостачанні, а також необхідні досить тривалі і дорогі роботи по знаходженню та усуненню пошкоджень [3].

Як показують дані порівняльного аналізу методів оцінки стану ізоляції, підвищення якості контролю стану ізоляції кабельних ліній досягається отриманням оцінки стану ізоляції цих ліній без їх відключення від електричної мережі і підвищенням оперативності реагування на випадки пошкодження в ізоляції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Al_Issa, H.A., Qawaqzeh, M., Khasawneh, A., Buinyi, R., Bezruchko, V., Miroshnyk, O. Correct Cross-Section of Cable Screen in a Medium Voltage Collector Network with Isolated Neutral of a Wind Power Plant. *Energies* 2021, 14, 3026. <https://doi.org/10.3390/en14113026>
2. Володарський Є. Т., Кухарчук В. В., Поджаренко В. О., Середнюк Г. Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: навч. посібник. Вінниця: ВДТУ, 2001. 219 с.
3. Рубаненко О.Є., Гуменюк О.І. Високовольтні вводи. Конструкція, експлуатація, діагностика і ремонт: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2011. 183 с.

ЦИФРОВА ПІДСТАНЦІЯ ЯК СКЛАДОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

Грищенко Є. О., магістр, e-mail: grischenko@ukr.net

Науковий керівник – доц. Савченко О. А.
Державний біотехнологічний університет

Проектування і побудова інтелектуальних електричних мереж – Smart Grid – базуються на використанні цифрових підстанцій, на яких впроваджуються цифрові технології на рівні вимірювання, збору і обробки інформації про режими роботи підстанції і мережі. Аналіз літератури показує, що існує досить численна кількість технологій цифрових підстанцій.

Метою досліджень є аналіз найбільш ефективних технологій цифрових підстанцій та міжнародної нормативної бази з їх проектування.

Діючі сьогодні енергосистеми побудовано за схемою «централізованого енергопостачання», яка потребує використання більш високої напруги і створення великомасштабних електромереж. У мережах такого типу локальні збої можуть впливати на всю енергосистему і часто призводять до великих аварій. Нові умови і каталізатори розвитку галузі формують потребу в розробленні та впровадженні нових технологій і елементів, які забезпечують: рух потоків електроенергії та інформації від енергетичних компаній до споживачів і назад; постійний контроль за всіма елементами мережі від роботи електростанцій до споживання електроенергії індивідуальними пристроями; інтеграцію розподілених джерел електроенергії і засобів зберігання електроенергії; рекуперацію тепла тощо.

Основні фактори, які визначають необхідність кардинальних перетворень в електроенергетиці під впливом складних умов, можна згрупувати таким чином.

Фактори технологічного прогресу: поява і розвиток нових технологій, пристроїв і матеріалів (у тому числі в інших галузях), потенційно застосовуваних у сфері електроенергетичного виробництва, і в першу чергу – наростаючі темпи і масштаби розвитку комп'ютерних та інформаційних технологій; інтенсивне зростання кількості малих генеруючих (у першу чергу поновлюваних) джерел енергії у світі; загальна тенденція до підвищення рівня автоматизації процесів. До передових технологій цифрових підстанцій відносяться: використання оптичних вимірювальних трансформаторів; оснащення силового обладнання набором цифрових датчиків інформації про технічний стан, положення комутаційного обладнання, струми та напруги; використання інтерфейсів передачі цифрових даних. В сучасних енергосистемах основним елементом управління мережевої енергетики є підстанція, на яку в системі стандартів Smart Grid є окремий стандарт ІЕС 61850. Стандартизація забезпечує такі переваги як зниження фінансових витрат, оптимізація процесів, управління ризиками.

При проектуванні й експлуатації систем зв'язку в енергетичних системах необхідно використовувати вимірювальні оптичні трансформатори, а в роботі електрообладнання впровадити загальну інформаційну модель. Ця модель повинна виконуватись із застосуванням стандартизованої методології, що дозволяє використовувати її для різних електроенергетичних об'єктів. Впровадження інтелектуальних електричних мереж, в тому числі цифрових підстанцій, дозволяє використовувати переваги новітніх інформаційних технологій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стогній Б. С., Кириленко О. В., Денисюк С. П. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їхнє технологічне забезпечення. *Технічна електродинаміка*. 2010. № 6. С. 44-50.

2. The European Technology Platform for Electricity Networks of the Future. URL: <http://www.smartgrids.eu>

ПРОГНОЗУВАННЯ МЕТЕОПАРАМЕТРІВ ОЖЕЛЕДЕУТВОРЕННЯ НА ПЛ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Єрмак Д. А., асп., e-mail: Golf9292ua@gmail.com

Науковий керівник – доц. Савченко О. А.

Державний біотехнологічний університет

Найефективнішим способом запобігання ожеледно-вітрових аварій на повітряних лініях електропередавання (ПЛ) є плавлення відкладень. Ефективність плавлення багато в чому визначається організацією даного процесу. Особливо це стосується почергового плавлення ожеледі на групі взаємозв'язаних за режимом плавлення ПЛ. Суттєвий вплив на тривалість плавлення ожеледі створює температура повітря та швидкість вітру. Використання в розрахунках часу плавлення відкладень на окремих лініях середньостатистичних значень цих величин або значень, наявних на момент плавлення ожеледі на першій за чергою ПЛ, може привести до неуспішних плавлень, оскільки зниження температури повітря або підвищення швидкості вітру в процесі плавлення відкладень сприяє зростанню часу плавлення. Таким чином, існує задача прогнозування метеопараметрів ожеледеутворення на ПЛ, що дозволить більш точно визначати моменти вмикання схеми плавлення, що в свою чергу сприяє зниженню кількості неуспішних плавлень.

Мета досліджень – підвищення ефективності плавлення ожеледі на ПЛ за рахунок прогнозування метеопараметрів ожеледеутворення.

На основі проведеного аналізу існуючих методів та моделей прогнозування величин різної природи встановлено, що одним з найадекватніших інструментів для прогнозної оцінки ожеледеутворення є апарат теорії штучних нейронних мереж [1, 2]. Штучні нейронні мережі здатні реалізувати функції передбачення і класифікації за наявності навчальних послідовностей.

Створення прогнозної моделі було проведено на основі апарату теорії штучних нейронних мереж. Для навчання та тестування нейронної мережі використано погодинні ряди температури повітря та швидкості вітру з бази даних гідрометеослужби США для метеостанції «Фітчбург» (штат Массачусетс), які знаходяться у вільному доступі. Для прогнозування було використано метод ковзаючих часових вікон. Вибірка даних була розбита на навчальну (75 %) та контрольну (25 %) підвибірки. Моделювання проводилось в пакеті Statistica. В якості типу мережі використано багат шаровий перцептрон. Число прихованих нейронів змінювалось від 8 до 16. Для активації прихованих нейронів використано тотожну, логістичну, гіперболічну та експоненціальну функції, для вихідного нейрону використано логістичну функцію. В результаті було отримано 5 нейронних мереж різної архітектури з найкращими показниками, з яких була обрана одна (з найкращим результатом прогнозу), яка має архітектуру 12-8-1.

У результаті моделювання встановлено, що середня помилка прогнозу температури повітря складає 21 %, тоді як помилка прогнозу швидкості вітру рівна 17 %, що загалом є досить непоганим результатом.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Черемісін М. М., Попов С. В., Савченко О. А., Шкуро К. О., Пархоменко О. В. Ефективність моніторингу повітряних ліній електропередавання в ожеледних районах. *Наукові праці Донецького національного технічного університету*. Донецьк: ДНТУ, 2013. № 2(15). С. 261-264.
2. Савченко О. А., Дюбко С. В. Перспективні шляхи вдосконалення автоматизованих систем контролю утворення ожеледі на ПЛ. *Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка*. Вип. 175 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків: ХНТУСГ, 2016. С. 20-22.

ДОЦІЛЬНІСТЬ УПРОВАДЖЕННЯ АСКОЕ В СІЛЬСЬКИХ МЕРЕЖАХ

Засуха О. М., магістр, e-mail: ssanya.zas@gmail.com

Науковий керівник – доц. Дудніков С. М.

Державний біотехнологічний університет

Важливим чинником зниження економічності систем електропостачання виробничих підприємств є недосконалий стан схем контролю та обліку обсягів використаних енергоресурсів і рівень їх експлуатації. Суттєвою складовою автоматизованою системою управління електропостачанням (АСКУЕ) є автоматизована система контролю та обліку енергоспоживання (АСКОЕ), яка поєднана низкою каналів передачі даних зі споживачами і джерелами енергоносіїв. Лінії передачі даних зазнають впливу різноманітних електромагнітних завад, що знижують достовірність передавання даних і ефективність управління в цілому.

Із аналізу систем електропостачання України [1] встановлено, що найбільші втрати електричної енергії спостерігаються в мережі з нижчим класом напруги 0,4 кВ, по якій зазвичай надходить електроенергія до кінцевого споживача і становить на рівні 26%, (рис. 1).

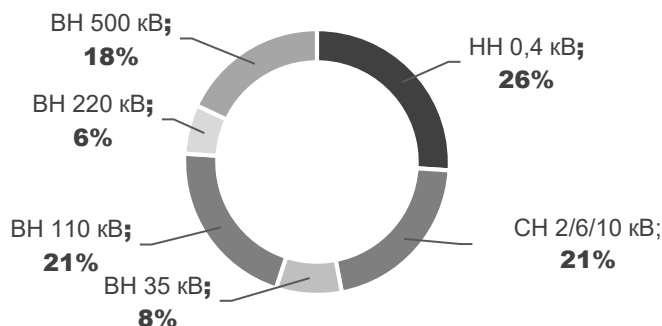


Рисунок 1 – Втрати електроенергії в електромережах за різними класами напруги

Реалізація АСКОЕ в мережах виконується за допомогою GSM/GPRS мережі, PLC – мережі, TCP-IP технологій та дротових послідовних інтерфейсів RS-485, RS-232, M-BUS [2].

Основна перевага PLC-технології – можливість використовувати вже існуючі електричні мережі для передачі даних. Особливостям застосування PLC-технології притаманні: 1 – невелика кількість ВЧ-каналів на окремій лінії електропередачі; 2 – низький рівень лінійних перешкод; 3 – можливість обрання частоти каналів передачі даних і зв'язку незалежно від частот каналів у сусідніх районах.

Аналіз існуючих систем передачі даних електроспоживання в АСКОЕ, розташованих у сільській місцевості показав, що найбільш економічно обґрунтованим і технологічно прийнятним є використання технології PLC, з урахуванням необхідності ефективного захисту від електромагнітних завад при забезпеченні належної пропускної здатності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Qawaqzeh, M., Dudnikov, S., Miroshnyk, O., Moroz, O., Savchenko, O., Trunova, I., Pazyi, V., Danylchenko, D., Iegorov, O., Halko, S., Buinyi, R. Development of Algorithm for the Operation of a Combined Power Supply System with Renewable Sources (2022) 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology, KhPI Week 2022 - Conference Proceedings. DOI: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916372

2. Попадченко, С., Дудніков, С. (2022). Перспективи розвитку сільських інтелектуальних електричних мереж. *Інженерія природокористування: науковий журнал*, 1(23), с. 120-125. doi: 10.5281/zenodo.6824085

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Зубарєв Д. В., магістр, e-mail: zubarev907@gmail.com

Науковий керівник – доц. Серeda А. І.
Державний біотехнологічний університет

Найважливішими елементами будь-якої системи електропостачання вважаються лінії електропередач, а також набір розподільчих пристроїв та електричні підстанції, що належать до господарства компанії, що експлуатує. У певних ситуаціях і джерела електричного постачання, і споживачі електричної енергії вважаються елементами мереж електропостачання. Зазвичай мережа поділяється певні ділянки, котрим характерні різні номінали напруги.

За призначенням електромережі поділяються на 4 основні типи:

- системи загального призначення, призначені для забезпечення електричної енергії житлових споруд, а також промислових, адміністративних та сільськогосподарських об'єктів;
- електричні системи автономного типу, які використовуються для забезпечення енергією автономних та мобільних об'єктів, у тому числі суден, літаків, транспортних засобів та автономних станцій;
- системи для технологічних споруд, необхідні для подачі електрики;
- спеціальні виробничі підприємства та інші інженерні системи;
- контактні мережі, основною спрямованістю яких є передача електричної енергії на споживачі, що рухаються, наприклад, на трамваї і локомотиви.

За масштабними ознаками та розмірами електричні системи поділяються на такі види:

Магістральні лінії електропостачання – електричні системи, які пов'язують окремі країни та регіони, включаючи їх найбільші центри споживання та джерела електроенергії.

Регіональні електричні системи – системи в масштабах області або окремого регіону, які живляться від магістральних електромереж та місцевих джерел. Регіональні мережі необхідні для забезпечення електроенергією великих споживачів – районів, міст та найбільших виробничих підприємств.

Внутрішня електрична система. Такі мережі призначені для розподілу електричної енергії на невеликих відстанях, в межах одного кварталу або району.

Системи нижнього рівня. Це електричні мережі окремих споруд та навіть приміщень. Часто розглядаються разом із внутрішніми електричними системами. До таких мереж належать, наприклад, проекти електропостачання офісів, приватних будинків та квартир.

За родом струму електричні мережі можна розділити на мережі зі змінним трифазним, однофазним змінним і постійним струмом.

Склад електричної системи. Електрична система є частиною енергосистеми, що включає в себе електростанції, електричні мережі (кабельні та повітряні лінії електропередач та перетворювальні підстанції) та установки споживачів електричної енергії.

Розрізняють такі види автоматики СЕС:

Автоматика керування нормальними режимами СЕС. Вона забезпечує:

- автоматична підтримка на заданому рівні напруги, частоти та реактивної потужності на шинах електричних станцій;
- автоматичне регулювання коефіцієнта трансформації;
- автоматичне регулювання реактивної потужності статичних конденсаторів;
- автоматичне регулювання збудження синхронних машин.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Анісімов А.В., Кулябко П.П. Інформаційні системи та бази даних: навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. Київ, 2019. 110 с.

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Карпенко М., студент, e-mail: makskarpenkoand@gmail.com

Шевченко В. В., д-р техн. наук, проф., e-mail: zurbagan8454@gmail.com

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Актуальність даного дослідження полягає в тому, що Україна вже три роки веде боротьбу за збереження власної енергосистеми, власних електричних мереж. Відомі спільними для всіх країн нерозв'язані проблеми: інтенсивне забруднення довкілля на фоні безперервного зростання населення і, відповідно, зростання потреби в електроенергії; обмеженість паливних (виповних) ресурсів; значний знос електрообладнання всіх типів і, відповідно, значні втрати електроенергії. Тому загальносвітовими завданнями розвитку електроенергетики є зростання попиту на довгострокові стійкі джерела електроенергії та забезпечення екологічної безпеки під час її отримання і використання.

Для України до цих завдань і вимог додалися ще обов'язкові вимоги максимального захисту об'єктів електроенергетики від наявних і можливих в майбутньому нападів сусіда-агресора, від якого ми не можемо нікуди подітися через географічне розміщення. Від самого початку війни, з захоплення Запорізької АЕС фахівці порівнюють можливу аварію на цій станції через варварську поведінку загарбників із Чорнобильською катастрофою. Це не дуже вірне порівняння, бо на станціях зовсім різні реактори і різні системи захисту. Так можна відмітити, що енергоблоки із реакторами ВВЕР-1000, на відміну від реакторів РБМК (Чорнобильська АЕС) мають герметично закрити з усіх боків єдину бетонну захисну оболонку-контейнмент (гермооболонку). Саме на енергоблоках ВВЕР-1000 на початку 1980-х такі гермооболонки (купольні армовані залізобетонні конструкції) стали встановлювати серійно. Проте блок АЕС – це мирний громадянський об'єкт, а не військовий бункер, і жоден енергоблок, а особливо контейнери сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива (СЗВЯП), не розрахований на бойові дії, на артобстріли, на падіння ракет (рис. 1).



Рисунок 1 – Майданчик СЗВЯП

Безперечно, що декілька десятиріч головними джерелами енергії людства є і буде атомна енергетика. У багатьох країнах спробували відмовитися від її використання в надії на відновлювані джерела (ВДЕ) – вітер, сонце, біоенергетика тощо. Але досвід Каліфорнії в США

та Німеччини в цю зиму показав, що ВДЕ забезпечити потребу, що зростає, не можуть. Тому

сьогодні у світі знову спостерігається прагнення до розвитку АЕС — найдешевшого, надійного джерела енергії, що не залежить від добової та сезонної нерівномірності виробництва. Електроенергія від АЕС в 3 рази дешевша за вироблену на ТЕС і в 7 разів дешевша за отриману від сонячних і вітрових станцій. У 2021 р. Енергоатом планував будівництво 14 енергоблоків великих АЕС до 2040 р.: Чигиринська АЕС, Одеської АТЕЦ, Івано-Франківська АЕС, Славгородська АЕС, ще два блоки на ЗАЕС; передбачалось будівництво 9 блоків AP-1000 сумісно з Westinghouse на нових та на старих майданчиках. Також планувалось будівництво до 20 малих блоків міні-АЕС зі *Small Modular Reactors* (SMR), з потужністю реакторів 160-300 МВт, що зараз повсюди розглядається в світі. Для України, через наші особливі умови, розвиток малої атомної енергетики є найбільш перспективним.

Є ще одна всесвітня проблема розвитку атомної енергетики: через перерву в її розвитку та використанні багато країн втратили фахівців, вміння, зв'язки для забезпечення нормальної роботи АЕС. Україна навіть під час війни зберегла кваліфікованих кадрів, тому за правильного підходу вона може ефективно працювати і стати країною, що забезпечує електроенергією не тільки себе, але й інші держави, наприклад, Франція, поставляє електроенергію в Італію, Швейцарію, Німеччину, Велику Британію на 3 мільярди євро щорічно.

ВИБІР ВИДІВ ПРОТИАВАРІЙНОЇ АВТОМАТИКИ

Клименко А. О., магістр, e-mail: Anton.Klymenko@ieee.khpi.edu.ua

Науковий керівник – д-р пед. наук, проф. Рудевіч Н. В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Забезпечення стійкості паралельної роботи електричних систем є одним з найважливіших завдань в електроенергетиці. Управління режимами енергосистем для забезпечення їхньої стійкості складається з ручного управління, автоматичного регулювання та дії протиаварійної автоматики. Вибір видів протиаварійної автоматики, визначення її уставок та областей стійких режимів є важливим інженерним завданням.

В енергосистемі є обмежена кількість елементів, впливаючи на які можна підвищити її стійкість. Керувати можна: системою збудження синхронних машин, системою регулювання швидкості турбін. Вмикати та вимикати можна: генератори, синхронні компенсатори, навантаження, лінії, реактори поперечної компенсації, конденсатори поздовжньої компенсації. Крім цих можливостей, що використовуються в даний час, ведуться розробки, які повинні дозволити керувати: потужністю ліній постійного струму, реактивною потужністю пристроїв, що компенсують, активною потужністю навантаження, активними опорами спеціальних гальмівних пристроїв.

Для забезпечення стійкості в енергосистемах необхідно передбачити наступні види автоматики: підвищення статичної стійкості; підвищення синхронної динамічної стійкості; ресинхронізації; локалізації аварій; відновлення нормальної схеми та режиму.

До автоматики підвищення статичної стійкості відносяться такі пристрої: автоматичного регулювання збудження; автоматичного повторного ввімкнення; автоматичного частотного розвантаження; автоматичного регулювання або обмеження перетікань потужності; автоматичного відключення генераторів у передавальній системі; автоматичного відключення навантаження у приймальній системі; автоматичного керування конденсаторами поздовжньої компенсації; автоматичного поділу енергосистеми або станції.

Для підвищення динамічної стійкості застосовують такі пристрої: автоматичного регулювання збудження; автоматичного повторного ввімкнення; аварійного регулювання парових турбін та відключення генераторів у передавальній частині системи; автоматичного поділу станції, що працює на два напрямки.

Для локалізації аварій використовуються такі пристрої: автоматичного регулювання турбін; автоматичного відключення генераторів, ділильна автоматика.

До автоматики ресинхронізації та відновлення нормального схеми й режиму відносяться пристрої: автоматичного повторного ввімкнення; пристрої впливу на систему регулювання турбін; пристрої ввімкнення синхронних компенсаторів у приймальній частині системи; пристрої відключення частини навантаження (найчастіше автоматика частотного розвантаження); пристрої частотного пуску гідрогенераторів та переведення агрегатів з режиму синхронного компенсатора у режим видачі активної потужності; пристрої самосинхронізації генераторів.

Як можна бачити, автоматика різного призначення та різного виконання впливає на ті самі елементи енергосистеми, тому та сама автоматика може виконувати кілька функцій. Порівняння ефективності різних видів автоматики виробляється виходячи з інженерних критеріїв оптимальності управління. Такими критеріями можуть бути: максимум потужності, що передається, мінімум навантаження, що відключається, мінімальна тривалість асинхронного ходу тощо.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматика протиаварійного управління електроенергетичних систем: підручник / за заг. ред. Є. І. Сокола. Харків, 2020. 216 с.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ
МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИСТРОЇВ АПВКозьма А. І., магістр, e-mail: Andrii.Kozma@ieee.khpi.edu.ua

Науковий керівник – д-р пед. наук, проф. Рудевіч Н. В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Пристрої автоматичного повторного ввімкнення (АПВ) набули широкого застосування в електричних мережах. Їх використання у поєднанні з іншими засобами релейного захисту та автоматики дозволило повністю автоматизувати багато підстанцій, позбавляючи необхідності тримати там оперативний персонал. Крім того, у ряді випадків АПВ дозволяє уникнути тяжких наслідків від помилкових дій обслуговуючого персоналу або помилкових спрацьовувань релейного захисту на ділянці, що захищається. Пристрої АПВ треба обов'язково передбачати для швидкого відновлення живлення споживачів або міжсистемних і внутрішньосистемних зв'язків шляхом автоматичного ввімкнення вимикачів, вимкнутих пристроями релейного захисту [1].

Застосування мікропроцесорної техніки дає змогу розширити функціональні можливості пристроїв автоматичного повторного ввімкнення, а саме реалізувати одночасно декілька алгоритмів запуску, контролю, затримки пуску та заборони будь-якої складності [2].

При розробці алгоритмів функціонування АПВ доцільно, щоб пристрій міг запускатися за фактами мимовільного вимкнення високовольтного вимикача, вимкнення високовольтного вимикача від захисту або під час роботи зовнішніх захистів на «сигнал». Також повинна бути передбачена можливість вибору захистів, при спрацьовуванні яких запускається АПВ.

Алгоритм функціонування АПВ слід реалізувати з двома циклами роботи та наступними типами контролю для кожного циклу (на вибір): із контролем синхронізму; контролем наявності напруги на лінії та шинах; контролем відсутності напруги на лінії; контролем відсутності напруги на шинах; контролем наявності напруги на шинах; контролем наявності напруги на лінії; без контролю («Сліпе» АПВ).

Контроль напруг на лінії та шинах слід забезпечити за фазною або лінійною напругою залежно від обраної робочої напруги в уставках. У тому числі слід закласти можливість оперативного виведення кожного із контролів за зовнішнім сигналом.

При побудові функціональних схем програмної реалізації АПВ доцільно передбачити затримку пуску та заборону спрацьовування пристрою. Затримку пуску АПВ 1-го (2-го) циклу треба забезпечити за наявності дискретного сигналу «Підриг АПВ» після вимкнення високовольтного вимикача захистом. У свою чергу заборону АПВ передбачити за умови: спрацьовування функції пристрою резервування відмови вимикача (ПРВВ); ручного вимкнення високовольтного вимикача від ключа управління вимикачем або дистанційному вимкненні високовольтного вимикача; наявності дискретного сигналу «Заборона АПВ» від схем існуючого ПРВВ; ручного або дистанційного ввімкнення високовольтного вимикача на фіксований час; відсутності оперативного струму кіл управління; відсутності норми тиску елегазу; обриву кола соленоїда ввімкнення; відсутності дозволу за заданим типом контролю напруги після закінчення часу очікування готовності АПВ; відсутності готовності приводу після закінчення часу очікування готовності АПВ; наявності дискретного сигналу «Підриг АПВ» після закінчення часу очікування готовності АПВ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. Харків, 2017. 760 с.
2. Автоматика протиаварійного управління електроенергетичних систем: підручник / за заг. ред. Є. І. Сокола. Харків, 2020. 216 с.

АНАЛІЗ АВТОНОМНИХ РЕЗЕРВНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

Лапченко Д. В., магістр, e-mail: duman.alexandr@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Думанський О. В.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Раптове відключення електроенергії часто призводить до серйозних збоїв у повсякденному житті як великих мегаполісів, так і малих населених пунктів. Саме тому багато людей прагнуть вирішити цю проблему самостійно, шукаючи надійне джерело резервного живлення.

На сьогодні дизельні електростанції (ДЕС) знаходять застосування як основне джерело живлення у віддалених районах із слабо розвинутою мережею централізованого енергопостачання, так і як резервне джерело в регіонах із централізованими енергосистемами. Водночас їх вплив на екологічні показники безпосередньо впливає на рентабельність енергетичних систем, а також на якість життя та здоров'я населення, що проживає у відповідних регіонах.

Значну увагу останнім часом привертають газопоршневі установки (ГПУ), які мають певні переваги порівняно з ДЕС. Зокрема, вони є більш економічними в експлуатації та відповідають сучасним вимогам екологічності. Однак використання як ДЕС, так і ГПУ в умовах сільськогосподарського виробництва супроводжується низкою проблем:

- по-перше, сільськогосподарські райони зазвичай не збігаються із зонами розвитку промислових енергосистем, що ускладнює їх інтеграцію в енергетичну мережу;
- по-друге, використання ДЕС та ГПУ в умовах дефіциту палива стає економічно недоцільним. Вартість транспортування палива також є значним фінансовим тягарем;
- по-третє, класичні електростанції на основі викопного палива є джерелами екологічного забруднення, що обмежує можливість їх довготривалого залучення в контексті сталого розвитку [1].

Дослідження свідчать, що експлуатація міні-ТЕЦ (теплоелектроцентралей) призводить до забруднення атмосфери продуктами згоряння, що створює додаткові екологічні виклики [2].

Таким чином, існує суперечність між продовженням використання електростанцій на викопному паливі та потребою у сталому розвитку сільськогосподарських підприємств.

З огляду на зазначене, вирішення проблеми можливе завдяки впровадженню відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), особливо у зонах із централізованим енергопостачанням. Використання технологій на основі ВДЕ може сприяти розв'язанню не лише енергетичних, але й екологічних і соціально-економічних проблем [1, 2].

Основні переваги ВДЕ включають: зменшення залежності від зовнішніх енергосистем; скорочення витрат на приєднання до зовнішньої мережі; зниження потреб у реконструкції застарілих електричних мереж; зменшення споживання викопного палива.

Розміщення генераторів на базі ВДЕ наприкінці тупикових ліній електропередач створює додаткові переваги. Це забезпечує стабільність параметрів електроенергії (напруги та частоти), підвищуючи надійність енергопостачання для споживачів кінцевих точок мереж.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кузнєцов М. П. Особливості комбінованих енергосистем з відновлюваними джерелами енергії: монографія. Київ: ІВЕ, 2022. 142 с. URL: https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Kuznetsov_monografy_PRINT.pdf.

2. Лежнюк П. Д., Рубаненко О. Є., Гунько І. О. Оптимізація режимів електричних мереж з відновлюваними джерелами електроенергії: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2018. 174 с. URL: <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/16954.pdf>.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 10 кВ

Лебідь В. М., магістрант, e-mail: v_lebid@gmail.com

Науковий керівник – доц. Савченко О. А.

Державний біотехнологічний університет

Підвищення ефективності функціонування виробництва та нормальної життєдіяльності сільського населення в першу чергу пов'язане з надійним електропостачанням. На даний час цей показник є недостатньо високим. Повітряні розподільні мережі 10 кВ є одним з основних елементів системи електропостачання (СЕП) сільських районів. Вони являють собою сукупність електроустановок, призначених для постачання електричної енергії споживачам відносно невеликої потужності. СЕП сільських районів відносяться до систем електропостачання загального призначення, тому що вони живлять різномірних споживачів, не об'єднаних спільним технологічним процесом. На відміну від інших СЕП загального призначення, для СЕП сільських районів характерні відносно більші відстані від джерел живлення до споживачів та малі щільності навантажень. У зв'язку з цим, у даній роботі досліджено можливості з підвищення надійності електропостачання споживачів на основі секціонування та резервування розподільних мереж 10 кВ.

Метою досліджень є підвищення надійності електропостачання сільськогосподарських споживачів на основі секціонування та резервування розподільних електричних мереж напругою 10 кВ.

Найбільше поширення на території України одержали повітряні лінії напругою 10 кВ. У даний час в експлуатації перебувають більше 305 тис. км ліній 10 кВ і близько 200 тис. трансформаторних підстанцій (ТП) 10/0,4 кВ сумарною встановленою потужністю 44 тис. кВА [1]. Мережа 10 кВ, як правило, складається з ліній деревоподібної структури з перерізами проводів, що східчасто зменшуються від головних ділянок до кінця лінії. Майже всі лінії 10 кВ у сільській місцевості мають повітряне виконання й будуються, в основному, на залізобетонних опорах. На цих ПЛ використовуються неізолювані сталеві та алюмінієві проводи з штирьовими ізоляторами. Останнім часом почали застосовуватися ізолювані проводи з ізоляцією зі зшитого поліетилену. У сільських розподільних електричних мережах напругою 10 кВ використовуються такі методи забезпечення надійності електропостачання як ручне та автоматичне секціонування, автоматичне мережне резервування. Ручне секціонування, шляхом виконання повторних пробних вмикань лінії, дозволяє визначити пошкоджену ділянку мережі 10 кВ. Але час пошуку ділянки є досить значним. До того ж, у випадку виникнення пошкоджень на головних ділянках лінії, значна кількість споживачів залишається без електричної енергії на час проведення ремонтних робіт. Автоматичне секціонування мережі 10 кВ дозволяє скоротити тривалість перерв електропостачання, проте не вирішує проблеми низької надійності при виникненні пошкоджень на головних ділянках лінії. Автоматичне мережне резервування дозволяє частково уникнути вищезазначених недоліків.

Для підвищення надійності електропостачання сільськогосподарських споживачів в розподільних електричних мережах напругою 10 кВ доцільно використовувати автоматичне мережне резервування. Розрахунки показують, що сумарне зниження обсягу недовідпущеної споживачам електроенергії сягає 40–60 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лисенко В. П., Козирський В. В., Гладкий А. М., Скрипник А. М. Стан електричних мереж та надійність електропостачання сільського господарства. *Електрифікація та автоматизація сільського господарства*. 2005. № 2(11). С. 3–15.
2. Проектування електричних мереж напругою 0,4–110 кВ. Рекомендації: ГІД 34.20.178:2005. К.: ОЕП «ГРІФРЕ», 2005. 43 с.

ДО ПИТАННЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ЛІНІЙ ВЕЛИКОЇ ДОВЖИНИ

Левін С. О., студ., e-mail: sirogalevin101@gmail.comПопадченко С. А., ст. викл., e-mail: svanp111@btu.kharkov.ua

Державний біотехнологічний університет

Суттєві зміни, що відбуваються в електричних мережах в зв'язку з порушенням стабільності електропостачання, спонукало до вирішення проблеми зниження втрат електроенергії в електричних мережах при передаванні на великі відстані. Це питання не тільки не втратило своєї актуальності, а навпаки, стало першочерговим завданням в роботі всієї галузі. Обсяг втрат електроенергії в електричних мережах – найважливіший показник економічності їхньої роботи, стану системи обліку електроенергії, ефективності роботи по збуту електроенергії енергопостачальних організацій. Лінії надвисоких напруг в основному призначаються для передавання потужності на великі відстані. Оскільки напруга має великі значення, то і напруженість електричного поля навколо проводів теж досить висока, а це може спричинити виникнення корони, в деяких випадках електричну дугу. Щоб уникнути цих проблем з метою підвищення надійності електропостачання, використовується розщеплення проводів фази на кілька, що дозволить передавати більшу потужність.

Підвищення пропускної спроможності ліній електропередач (ЛЕП) вирішується поліпшенням експлуатації ліній – підвищенням робочих напруг, навантажень на дроти, і застосуванням додаткових технічних засобів — компенсаторів реактивної потужності, пристроїв розподілу потоків потужності мережі, гнучкого управління режимами роботи ліній змінного струму. Збільшення пропускної спроможності ПЛ можливе шляхом будівництва нових повітряних ліній, підвищенням напруги лінії, розщепленням фази та/або збільшенням кількості проводів у фазі, збільшенням перерізу дроту, застосуванням сучасних типів проводів. Будівництво нових ліній в даний момент неможливе. Значне збільшення пропускної спроможності ліній та зниження втрат у яких може бути досягнуто з допомогою використання вищих рівнів напруги. Для цього необхідно посилити ізоляцію та розширити коридор, що передбачає заміну ізоляторів та зміну розташування проводів для забезпечення необхідного повітряного зазору між проводом та землею, розглянути можливість заміни трансформаторного обладнання та використання більш високих опор із посиленням фундаментом. ЛЕП цього класу характеризуються рядом особливостей, до яких належать велика зарядна потужність ліній, особливо протяжних, що пояснюється, з одного боку, підвищеною питомою ємністю провідності за рахунок використання розщеплених проводів, з іншого, більш високою напругою, що призводить в деяких режимах (режими малих навантажень, одностороннього включення) до значних стоків реактивної потужності по кінцях лінії та небажаному підвищенню лінії та при недостатній компенсації цих стоків у приймальній та передавальній системах, що потребує застосування спеціальних пристроїв для компенсування. Необхідні параметри режиму ЛЕП великої довжини можна забезпечити з використанням некерованих і керованих шунтуючих реакторів, а також статичних пристроїв із застосуванням силової електроніки. З метою збільшення пропускної спроможності ЛЕП потрібно збільшити робочу ємність лінії. Для цього потрібно збільшивши поверхню дроту шляхом розщеплення дротів фази та використання сучасних композитних проводів і кабелів марки АССС (Aluminium Composite Core Conductor). Застосування цих дротів дає зниження втрат при транспортуванні електроенергії ЛЕП, зниження гупання проводів від вітрових навантажень; зменшення налипання снігу та льоду на проводах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лежнюк П. Д. Оцінка чутливості втрат потужності в електричних мережах: монографія / П. Д. Лежнюк, В. О. Лесько – Вінниця : ВНТУ, 2010. 120 с.
2. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. Харків, 2017. 760 с.

ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ SAIFI I SAIDI СІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ
З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ СЕКЦІОНУЮЧИМИ РЕКЛОУЗЕРАМИЛевченко О. П., аспірант, e-mail: levchenko17101984@gmail.comСемчишина Ю. О., магістр, e-mail: juliawork0202@gmail.com

Науковий керівник – доц. Жорняк Л. Б.

Національний університет «Запорізька політехніка»

Низька надійність електропостачання сільських споживачів, наявність ділянок, що проходять у лісистій місцевості, часті пошкодження та тривалий час їх пошуку у повітряних розподільчих електричних мережах середнього класу напруг (6, 10, 20, 35 кВ) [1, 2], обумовлюють необхідність переходу до мереж нового технологічного укладу з якісно новими характеристиками надійності, ефективності, доступності та керованості [1–3]. Підвищення надійності електропостачання сільських розподільчих мереж 6–35 кВ, оснащених інтелектуальними секціональними реклоузерами, забезпечується за рахунок [3]: секціонування мережі, що дозволяє локалізувати пошкоджені ділянки, зберігаючи при цьому електропостачання інших споживачів живлення; скорочення часу обслуговування, ремонту, оскільки секціонування мережі дозволяє знизити час визначення пошкодженої ділянки фідера та його локалізацію; мережі, що спостерігається за допомогою автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем контролю якості та обліку електроенергії, моніторингу параметрів ЛЕП, автоматизації обліку відключень та формування статистики ушкоджень тощо; керованості мережі шляхом керування окремими комутаційними апаратами та ведення режиму мережі дистанційно із системи SCADA та за місцем [2, 3].

Мета дослідження – аналіз методики кількісної оцінки показників надійності сільських розподільчих електричних мереж 6–35 кВ із секціонуючими реклоузерами відповідно до вимог чинних законодавчо-нормативних документів.

Підвищення надійності електропостачання споживачів радіального та кільцевого фідера може бути забезпечене включенням реклоузерів, як показано на рис. 1. Реклоузер R2 встановлюється в точку нормального розриву кільцевого фідера, забезпечуючи функцію автоматичного включення резерву [1–3]. Для підвищення рівня надійності відповідальних споживачів кількість та місця встановлення реклоузерів рекомендується вибирати так, щоб відповідальний споживач був підключений до ділянки мережі найменшої довжини. Вибір оптимальної кількості реклоузерів проводиться за показниками ефективності реконструкції мережі RNRE та ARAE (показників, які характеризують відносну ефективність реконструкції мережі).

Показник RNRE (Relative Network Reconstruction Efficiency – відносна ефективність реконструкції мережі) характеризує відносну ефективність реконструкції мережі та показує, наскільки знижується середня кількість відключень споживачів впродовж року після встановлення реклоузерів порівняно із ситуацією до встановлення реклоузерів.

Показник ARAE (Average Recloser Application Efficiency – середня ефективність застосування реклоузерів) характеризує середню ефективність інвестицій і показує, скільки інвестицій потрібно вкласти в реконструкцію мережі при встановленні реклоузерів для збільшення показника RNRE на 1 % [2]. Відповідно до залежності, наведеній на рис. 2а, можна зробити висновок, що середня ефективність застосування реклоузерів на радіальному фідері зменшується, починаючи з одного апарату, і послідовно, оптимальним варіантом є установка 1–2 реклоузерів.

На рис. 2а показано залежність показників RNRE і ARAE від кількості встановлюваних реклоузерів для радіального фідера.

На рис. 2б наведена залежність показників RNRE і ARAE від кількості встановлюваних реклоузерів для кільцевого фідера. Аналіз залежностей, наведених на цьому рисунку, показує, що середня ефективність застосування реклоузерів на фідері зменшується,

починаючи з трьох апаратів, отже, оптимальним варіантом для кільцевого фідера є установка 3-4 реклоузерів.

Із проведеного аналізу випливає, що ефективніше застосовувати реклоузери на кільцевих фідерах [2]. Оцінка рівня надійності та якості електропостачання розподільчої мережі здійснюється за індикативними показниками надійності SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) та SAIDI (System Average Interruption Duration Index).

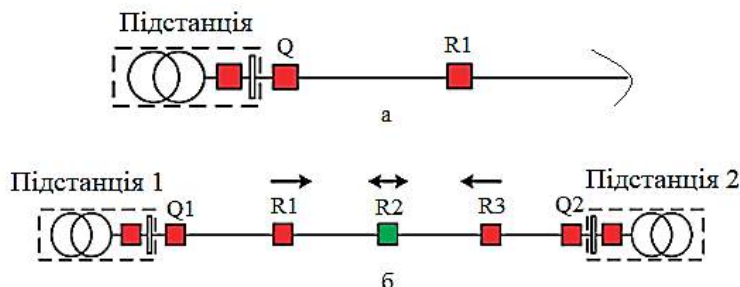


Рисунок 1 – Установка реклоузерів:

а – радіальний фідер; б – кільцевий фідер; Q, Q1, Q2 – вимикачі; R1, R2, R3 – реклоузери

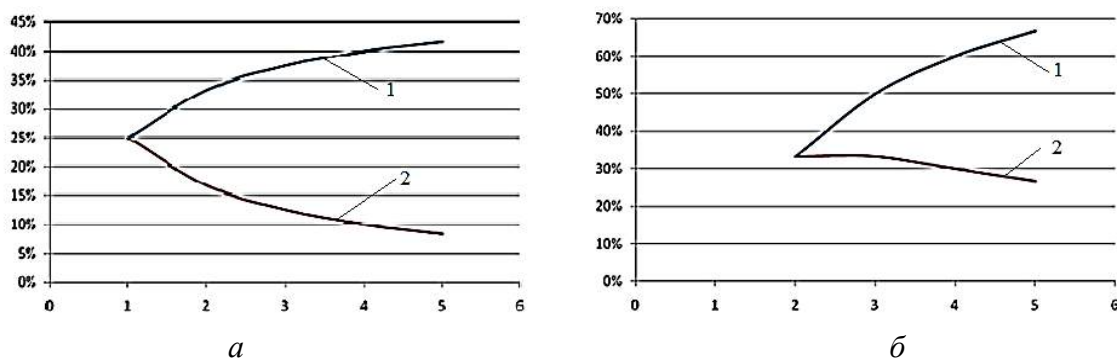


Рисунок 2 – Залежність показників RNRE і ARAE від кількості встановлюваних реклоузерів для радіального фідера:

1 – показник RNRE; 2 – показник ARAE [2]

Застосування в сільських розподільчих мережах 6–35 кВ інтелектуальних секційних пристроїв – реклоузерів спрямоване на забезпечення децентралізованої автоматизації та керованості мережі, підвищення надійності та якості енергопостачання без проведення традиційної реконструкції фідерів. Секціонуючі пристрої – реклоузери доцільно використовувати в мережі для організації АВР та АПВ, захисту мінімальної напруги, максимального струмового захисту, захисту від однофазних замикань на землю, підключення нових споживачів. Оцінка рівня надійності та якості електропостачання розподільчої мережі здійснюється за індикативними показниками SAIFI і SAIDI, що характеризують відповідно кількість і тривалість відключень у мережі за аналізований період

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Andrianova L., Kabashov V., Khairislamov D. SAIFI and SAIDI indicative reliability figures of rural electric networks with smart island reclosers September 2019. *Vestnik of the Bashkir State Agrarian University*. 2019. № 51(3). Р. 83–92. DOI: [10.31563/1684-7628-2019-51-3-83-92](https://doi.org/10.31563/1684-7628-2019-51-3-83-92).
2. Левченко О. П., Семчишина Ю. О. Дослідження шляхів підвищення надійності роботи електромережевого господарства АПК України у сучасних умовах життя. *Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 9 листопада 2023 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. Харків, 2024. С. 21–22.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ НА СТАБІЛЬНІСТЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В АПК

Мартинів О. С., студ., e-mail: ivxxxvpm@gmail.com

Наукові керівники:

канд. техн. наук, доц. Ігор Гарасимчук,

канд. техн. наук, доц. Павло Потапський

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Сучасний агропромисловий комплекс (АПК) України характеризується значною залежністю від стабільного електропостачання, адже відключення електроенергії можуть призводити до суттєвих економічних втрат через зупинку технологічних процесів. Одним із перспективних напрямів підвищення надійності електропостачання є впровадження систем накопичення енергії (СНЕ), які дозволяють компенсувати коливання в електромережах, особливо в умовах інтеграції відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Метою дослідження є аналіз ефективності використання СНЕ для забезпечення стабільності електропостачання об'єктів АПК.

Дослідження базується на аналізі даних щодо перерв в електропостачанні в сільських мережах України за 2023–2024 роки, отриманих із відкритих звітів Державної інспекції енергетичного нагляду України. Згідно з цими даними, середня тривалість перерв у постачанні електроенергії в сільській місцевості становить 4,5 години на місяць, що значно перевищує нормативні показники, визначені ДСТУ EN 50160:2014 «Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності». Такі перебої особливо критичні для АПК, де функціонування систем зрошення, вентиляції та холодильного обладнання вимагає безперервного живлення.

Системи накопичення енергії, зокрема літій-іонні акумулятори, дозволяють накопичувати надлишкову енергію в періоди низького споживання та використовувати її під час пікових навантажень або аварійних відключень. У рамках дослідження проведено моделювання роботи СНЕ потужністю 100 кВт·год на прикладі типового фермерського господарства з підключенням сонячної електростанції (СЕС) потужністю 50 кВт. Результати показали, що впровадження СНЕ зменшує залежність від зовнішньої мережі на 35 % та скорочує витрати на електроенергію на 20% за рахунок використання накопиченої енергії в періоди високих тарифів.

Ключовим аспектом є інтеграція СНЕ з ВДЕ, що дозволяє підвищити енергоефективність та знизити вплив на навколишнє середовище. Проте впровадження таких систем стикається з проблемами високої початкової вартості (близько 120 тис. грн за 1 кВт·год) та необхідності модернізації існуючих мереж. Для оцінки економічної доцільності використано метод чистої теперішньої вартості (NPV), який показав, що за умови державної підтримки (субсидії на 30%) термін окупності СНЕ становить 5–7 років.

Таким чином, впровадження систем накопичення енергії в АПК сприяє підвищенню стабільності електропостачання, зниженню операційних витрат та екологічному розвитку. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію технічних параметрів СНЕ та розробку механізмів державної підтримки для малих і середніх господарств.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. Київ, 2014.
2. Звіт про стан електричних мереж за 2023 рік / Державна інспекція енергетичного нагляду України. Київ, 2024. 45 с.
3. Коваленко О. П. Енергетичний менеджмент в АПК: сучасні виклики та перспективи. *Енергетика та автоматика*. 2023. № 2. С. 15–22.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФАРБУВАННЯ

Науменко В. С., асп., e-mail: vn4eg@ukr.net

Червінський Л. С., д-р техн. наук, проф., e-mail: lichervinsky@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Актуальність. Аналізуються особливості електростатичного та трибостатичного методів нанесення фарби. Обґрунтовуються перспективи та визначаються напрямки досліджень щодо підвищення їх ефективності.

Об'єкт дослідження. Електростатична порошкова фарба є високотехнологічним декоративним і захисним покриттям, яке наноситься на поверхні за допомогою електростатичного розпилення.

Основні матеріали дослідження.

Електростатичне фарбування базується на принципі взаємодії протилежних електричних зарядів. Популярність нанесення порошкової фарби електростатичним напиленням обумовлена наступними факторами: висока ефективність зарядки майже всіх порошкових фарб, висока продуктивність при порошковому фарбуванні великих поверхонь, відносно низька чутливість до вологості навколишнього повітря підходить для нанесення різних порошкових матеріалів зі спеціальними ефектами: глянець, муар та ін.). Основне обладнання для порошкового фарбування – електростатичний пістолет-розпилювач. Поряд з перевагами електростатичне напилення має ряд недоліків, які обумовлені сильним електричним полем між пістолетом-розпилювачем та деталлю, яке може утруднити нанесення порошкового покриття в кутах та в місцях глибоких виїмок.

Трибостатичне фарбування. На відміну від електростатичного напилення, у цій системі немає генератора високої напруги для розпилювача. Порошок заряджається у процесі тертя. Головне завдання в цьому процесі – збільшення числа та сили зіткнень між частинками порошку та заряджаючими поверхнями пістолета розпилювача.

Одним із кращих акцепторів у трибоелектричному ряду є політетрафторетилен (тефлон), він забезпечує хорошу зарядку більшості порошкових фарб, має відносно високу зносостійкість та стійкий до налипання частинок під дією ударів.

Трибостатичне фарбування має ряд специфічних переваг:

1. У розпилювачах із трибостатичною зарядкою не створюється ні сильного електричного поля, ні іонного струму, тому відсутній ефект клітки Фарадея та зворотної іонізації. Заряджені частинки можуть проникати в глибокі приховані отвори та рівномірно фарбувати вироби складної конфігурації.

2. Можливе нанесення кількох шарів фарби для отримання товстих порошкових покриттів.

3. Розпилювачі з використанням трибостатичної зарядки конструктивно більш надійні, ніж пістолети розпилювачі із зарядкою в полі коронного розряду, оскільки вони не мають елементів, що перетворюють високу напругу. За винятком заземлення, ці розпилювачі є повністю механічними, чутливими тільки до природного зносу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Coffee R. A. Basic principles and advantages of the: Electrostatic paint spraying process. *Anti-Corrosion Methods and Materials*. 1963. Vol. 10, № 12. P. 323–324.

2. High Voltage Generation for Charging of Liquid Sprays in Air-Assisted Electrostatic Nozzle System. *IETE Journal of Research*. 2016. № 62(3). P. 424–431. <https://doi.org/10.1080/03772063.2015.1135087>.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖІ 0,38/0,22 КВ

Немашкало В. В., магістр, e-mail: nemashkalo@ukr.net

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мірошник О. О.

Державний біотехнологічний університет

Проблема втрат електроенергії під час її транспортування є актуальною для електроенергетики України. Статистичні дані свідчать, що в розподільних мережах (РМ) втрати електроенергії можуть досягати фізично необґрунтованих рівнів. Щорічно фактичні втрати складають до 12 % від загального надходження електроенергії в РМ, що безпосередньо впливає на тарифи. У міжнародній практиці вважається, що сумарні втрати понад 8–9 % від надходження електроенергії в мережу свідчать про неефективність її розподілу [1]. Тому особливого значення набуває автоматизація управління режимами роботи мереж та моніторинг втрат електроенергії, що сприятиме підвищенню їхньої надійності та впровадженню заходів для зниження втрат. Одним із ключових завдань є розробка методики моделювання режимів роботи мереж 0,38/0,22 кВ та вибір оптимального перерозподілу однофазних навантажень, що дозволить мінімізувати втрати електроенергії за допомогою комп'ютерного моделювання.

Останнім часом, попри загальну тенденцію до зменшення споживання електроенергії, втрати в окремих розподільних мережах залишаються значними через низку технічних та економічних факторів. Це зумовило необхідність впровадження енергозберігаючих заходів саме в розподільних мережах. Розрахунки показують, що основним способом зниження технічних втрат є технічне переоснащення, реконструкція, підвищення пропускної здатності та надійності роботи електромереж, а також збалансування режимів їхньої роботи, що потребує значних капіталовкладень.

Втрати електроенергії поділяються на технологічні та комерційні. Технологічні втрати виникають через особливості процесу передачі електроенергії мережею, а також внаслідок обліку її надходження та розподілу [2].

Для моделювання режимів роботи електромереж та оцінки втрат електроенергії широко застосовується програмний продукт Multisim. Його інтерфейс можна налаштовувати відповідно до потреб користувача: панелі інструментів можна розміщувати в будь-якому місці, змінювати їхню форму або створювати нові. Меню також підлягає повному налаштуванню, включно з контекстними меню для різних об'єктів.

Використання комп'ютерного моделювання дає змогу не лише проводити розрахунки мережних режимів, а й покращувати інформаційну обґрунтованість прийняття рішень щодо рівномірного розподілу споживачів між фазами. Запропонована методика особливо ефективна в періоди пікового споживання електроенергії, оскільки сприяє рівномірному розподілу навантаження між фазами, що, у свою чергу, зменшує втрати електроенергії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Trunova I., Miroshnyk O., Savchenko O., Moroz O. The perfection of motivational model for improvement of power supply quality with using the one-way analysis of variance. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2019. № 6. P. 163–168. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-6/24>.

2. Komada P., Trunova I., Miroshnyk O., Savchenko O., Shchur T. The incentive scheme for maintaining or improving power supply quality. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2019. № 95(5). P. 79–82. <https://doi.org/10.15199/48.2019.05.20>

ОЦІНКА ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В НИЗЬКОВОЛЬТНІЙ ЖИВИЛЬНІЙ МЕРЕЖІ 0,4 кВ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Немикіна О. В., канд. техн. наук, доц., e-mail: olganemikina@ukr.net

Капля Д., асп., e-mail: Kapla2695@gmail.com

Національний університет «Запорізька політехніка»

Немикіна О. С., студ., e-mail: sasha.nemikina@gmail.com

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Найсуттєвішою проблемою в електроенергетиці є високі втрати електроенергії, які коливаються в діапазоні 10–20% виробленої енергії. Збитки виникають через технічні та нетехнічні причини. Нетехнічні збитки є результатом крадіжки, неоплачених рахунків та будь-яких інших незаконних способів доступу до мережі. Технічні втрати електроенергії є результатом роботи систем генерації, передачі, розподілу та експлуатації.

Орієнтовні значення сумарних технічних втрат електричної енергії у мережах різних класів напруги для промислових споживачів наведено у таблиці нижче. Значення подано у відсотках від потужності, що передається.

Таблиця 1 – Орієнтовні значення втрат потужності в мережах різних класів напруг

Напруга, кВ	Висока, 110–220	Середня, 10–6	Низька, 0,4	Σ
Втрати потужності, %	1–2%	2–4%	7–9% (іноді до 12%)	10–15%

Втрати потужності складають близько 10–15% за умови нормально працюючого обладнання та задовільного стану всіх елементів. Високий відсоток втрат вважається технічно та економічно недопустимим рівнем, і потребує спеціальних заходів.

Аналіз втрат потужності допомагає виявити «осередки втрат» і розробити стратегії для підвищення енергоефективності роботи електричних мереж. Прикладами таких заходів є:

- оптимізація режимів роботи;
- поліпшення експлуатаційних норм мереж;
- модернізація мереж;
- встановлення пристроїв компенсації реактивної потужності;
- удосконалення обліку енергії;
- розрахунок нормативних втрат і перегляд схеми розподілу енергії;
- проведення точного обліку споживачів.

У роботі особливу увагу приділено питанню аналізу втрат електроенергії до та після встановлення пристроїв компенсації реактивної потужності на підприємстві. Двоступінчасті радіальні цехові схеми 0,4кВ використовують для живлення проміжних вузлів навантаження. У яких встановлюється вся комутаційна апаратура. Пристрої компенсації реактивної потужності встановлені на напрузі 0,4кВ та приєднані до проміжних вузлів навантаження (силові пункти, шинопроводи), що дозволяє економити електроенергію в живильній мережі 0,4кВ (перший ступень). В якості приклада розглядається мережа з 6 вузлами навантаження. Живильна мережа 0,4кВ виконана кабелем марки АВВГ перерізом (3х95+1х50), до деяких потужних вузлів протягнуто дві або три паралельні гілки кабелів. Довжина кабельних ліній до проміжних вузлів навантаження варіюється від 30 до 80 м. До компенсації коефіцієнт потужності вузла: $\cos\varphi \approx 0,73$ –0,74, після компенсації коефіцієнт потужності вузла $\cos\varphi \approx 0,95$. Зі збільшенням коефіцієнта потужності відповідно зменшується струм для вузла навантаження. Втрати потужності порашовані у відсотковому співвідношенні від потужності вузла навантаження. Сумарні втрати потужності в живильній мережі цеха 0,4 кВ до компенсації складають 11,2%, та після компенсації 6,74%, що говорить про доцільність застосування компенсуючого пристрою, підключеного до проміжного вузла навантаження цеху.

ДО ПИТАННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
ФЕРМЕРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВПатока І. О., студ., e-mail: patoka.ivan2018@gmail.com

Науковий керівник – ст. викл. Попадченко С. А.

Державний біотехнологічний університет

У даний час електропостачання сільськогосподарських фермерських підприємств здійснюється від централізованих джерел електропостачання. У зв'язку з станом централізованого електропостачання, що погіршується, фермерські сільгосппідприємства, що впроваджують передові технології, закуповують імпортне дороге технологічне обладнання, оснащене засобами автоматизації з використанням мікропроцесорної техніки, що мають високопродуктивну худобу, змушені шукати можливості для закупівлі та встановлення джерел резервного живлення. В результаті, під час перерв в електропостачанні вони зможуть забезпечити виконання життєво важливих технологічних процесів, зберігши цим обладнання, молодняк тварин та птахів. У зв'язку з зростанням тарифів на теплову та електричну енергію, виникає необхідність у проведенні робіт з енергозбереження та пошуку шляхів раціонального використання енергоджерел. Для фермерського сільгоспвиробництва можуть бути два шляхи вирішення проблеми енергозабезпечення: 1) енергозбереження та підвищення енергоефективності виробництва сільгосппродукції; 2) використання відновлювальних джерел енергії для отримання теплової та електричної енергії.

Можливі два основні варіанти електропостачання об'єктів сільгоспвиробництва: 1) централізована система електропостачання; 2) джерела резервного живлення з використанням ВДЕ та автономна система енергопостачання (дизель-електрична станція для електропостачання та водогрійні котли на біомасі (деревні відходи, тваринництва та ін.) для теплопостачання; спільне використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) (вітроелектро-станції та сонячні електростанції), мікро-ГЕС, міні-ТЕЦ тощо); гібридна енергоустановка, яка включає будь-які ВДЕ, які працюють спільно з традиційними (наприклад, ДЕС), найперспективнішими сонячними СЕС, у тому числі централізованими джерелами енергії). Можливі шляхи реалізації систем енергозабезпечення сільгоспвиробництва, це розробка та реалізація регіональних програм енергозбереження та підвищення енергоефективності виробництва сільгосппродукції та створення законодавчої бази, що сприяє гарантованому електропостачанню сільгоспвиробництва, у тому числі з використанням місцевих енергоджерел. Перш ніж розпочинати модернізацію та технічне переозброєння діючої системи управління електричними мережами або створювати нову, повинні чітко розуміти набір розв'язуваних задач, передбачуваний ефект від впровадження автоматичної системи управління. Перспективним напрямом розвитку електричних мереж є використання гібридної мережі постійно-змінного струму. Дана мережа є сукупністю двох видів мереж змінного і постійного струму. Гібридна мережа поєднує переваги мереж змінного та постійного струму, що може підвищити якість, надійність електричної енергії, а також зменшити габарити мережі. Зв'язок між мережами постійного та змінного струму здійснюється через інвертори. Також дана мережа може використовуватися як для більш простого, модернізованого підключення частотних приводів та систем плавного запуску електродвигунів великих переробних підприємств. Ця мережа буде більш компактною, у зв'язку з відсутністю ємнісної провідності між провідниками постійного струму, що вигідніше для ізолюваних мереж, розподільних мереж багатоквартирних будинків, де габарити мають вирішальне значення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Попадченко С. А. Гібридні електричні мережі – необхідність та перспективи розвитку в Україні. *Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Вип. 186: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України*. Харків: ХНТУСГ, 2017. С. 39–44.

БАЛАНСУЮЧІ ПОТУЖНОСТІ ОЕС УКРАЇНИ

Петренко Р. В., магістр, e-mail: r_petrenko@ukr.net

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мірошник О. О.

Державний біотехнологічний університет

У більшості країн світу, зокрема й Україні, розширення енергосистем відбувалося шляхом введення потужних ТЕС і АЕС, оснащених високоефективними базовими енергоблоками. Паралельно із цим впроваджувалися високоманеврові потужності, такі як ГАЕС, які забезпечували регулювання графіка навантажень, підвищували надійність та економічність роботи ТЕС і АЕС.

Електроенергія є специфічним товаром з обмеженими можливостями зберігання та транспортування, особливо при дисбалансі між попитом і пропозицією [1]. Забезпечення стабільності енергоринку та якості електроенергії можливе завдяки системним послугам, надання яких у широкому спектрі та оперативному режимі можуть здійснювати саме ГАЕС. Завдяки високій маневреності, резервуванню потужності та електроенергії, а також функції синхронного компенсатора, ГАЕС виконують роль системного координатора, що допомагає збалансувати ринок та підтримувати необхідні параметри якості електроенергії.

Одним із способів вирішення проблеми нестачі маневрових потужностей є розвиток малих ГЕС. В Україні мала гідроенергетика має значний потенціал як частина відновлюваної енергетики. Завдяки «зеленому» тарифу та наявній інфраструктурі, що дісталася від СРСР, цей сегмент ринку приваблює інвесторів. Малі ГЕС можуть значно покращити енергозабезпечення віддалених та енергодефіцитних регіонів, що в свою чергу сприятиме їхньому економічному розвитку.

Роздрібний ринок електроенергії залишається найменш врегульованим у новій моделі та підпадає під дію Закону України «Про електроенергетику». Він потребує додаткового аналізу, перегляду та чіткого правового регулювання. Це питання пов'язане з розвитком систем обліку, диференційованими та зонними тарифами, а також із використанням споживачами власних джерел енергії. Незважаючи на зміни, система розрахунків залишається централізованою, що багато в чому повторює існуючу модель.

«Зелена» енергетика, як і комбіноване виробництво теплової та електричної енергії, виконує соціальну функцію [2, 3]. Було б доцільно, щоб усі виробники електроенергії, пропорційно своїй частці на ринку, фінансово підтримували цей напрям, створюючи додаткові джерела доходу. При цьому механізм формування та використання коштів має бути прозорим та прогнозованим.

Упровадження нової моделі енергоринку сприяє більшій відкритості у взаємодії між виробниками та споживачами, розширює вибір для споживачів і стимулює конкуренцію між виробниками, що позитивно впливає на якість електроенергії та її вартість. Проте на початкових етапах реформи модель обмежує можливості дешевих виробників, таких як гідро- та атомні електростанції, у конкурентній боротьбі з дорожчими постачальниками. Крім того, АЕС зобов'язані продавати майже всю вироблену електроенергію гарантованому покупцю, що накладає додаткові обмеження на їхній розвиток.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року від 15.03.2006 р.
2. Savchenko O. et al. Improving the Efficiency of Solar Power Plants Based on Forecasting the Intensity of Solar Radiation Using Artificial Neural Networks. 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). Kharkiv, Ukraine, 2021. P. 137–140, <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek53812.2021.9570009>.
3. ДП Енергоринок: офіційний сайт. URL: <http://www.er.gov.ua>.

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ЗАДАЧАХ ВИЯВЛЕННЯ МІСЦЯ ПОШКОДЖЕННЯ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Пономаренко С. О., магістр, e-mail: ponomarserg332@ukr.net

Наукові керівники: д-р техн. наук, проф. Мороз О. М., ст. викл. Пазій В. Г.

Державний біотехнологічний університет

Сучасні електричні мережі потребують ефективних методів діагностики та локалізації пошкоджень для забезпечення надійного електропостачання. Одним із перспективних напрямів є використання штучного інтелекту (ШІ) для аналізу параметрів мережі та визначення місця аварії. Ефективність функціонування електричних мереж значною мірою залежить від здатності швидко та точно визначати місце пошкодження. Традиційні методи дистанційного релейного захисту, що базуються на аналізі електричних параметрів (струму, напруги, імпедансу), мають обмеження в точності та швидкості роботи. Використання штучного інтелекту дозволяє підвищити якість діагностики за рахунок обробки великих обсягів даних та виявлення прихованих закономірностей у сигналах мережі.

Штучний інтелект у сфері визначення місця пошкодження в електричних мережах включає кілька підходів:

1. Методи машинного навчання. Алгоритми машинного навчання (ML) можуть бути використані для аналізу великих масивів даних, що генеруються електричними мережами під час аварійних ситуацій. Серед популярних підходів виділяють: метод опорних векторів (SVM) для класифікації аварійних сигналів; регресійні моделі для прогнозування місця пошкодження; дерева рішень та ансамблеві методи (Random Forest, XGBoost) для оцінки параметрів короткого замикання.

2. Нейронні мережі. Глибоке навчання дозволяє обробляти складні сигнали мережі та знаходити залежності, які складно виявити класичними методами. Використовуються: глибокі згорткові нейронні мережі (CNN) для аналізу часових рядів електричних сигналів; рекурентні нейронні мережі (RNN, LSTM) для виявлення динамічних змін у мережі; автоенкодери для виявлення аномалій та відокремлення аварійних ситуацій від нормального режиму роботи.

3. Гібридні системи. Поєднання класичних методів релейного захисту з алгоритмами ШІ дозволяє отримати точніші результати. Наприклад: використання ШІ як фільтра попередньої обробки для відсіювання хибних спрацювань; комбінація імовірнісних моделей і нейронних мереж для точного визначення місця пошкодження; інтеграція ШІ в SCADA-системи для автоматизованого аналізу стану мережі в реальному часі.

Серед основних переваг застосування ШІ у визначенні місця пошкодження – підвищення швидкості обробки даних, зменшення похибки визначення місця аварії, адаптація до змінних умов роботи мережі. Однак існують і певні виклики, зокрема необхідність великих навчальних вибірок – ефективність моделей ШІ напряму залежить від якості та обсягу даних; складність інтерпретації результатів – особливо у випадку глибоких нейронних мереж; кібербезпека та надійність – необхідність захисту моделей від атак та помилкових рішень.

Використання штучного інтелекту у визначенні місця пошкодження в електричних мережах є перспективним напрямом, що дозволяє підвищити точність і швидкість діагностики аварій. Подальші дослідження повинні бути зосереджені на вдосконаленні алгоритмів машинного навчання, інтеграції ШІ з існуючими системами захисту та підвищенні стійкості таких рішень до зовнішніх впливів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Gawande R. M., Nambiar S., Shinde S., Banait S. S., Sonawane A. V., Vanjari H. B. Machine Learning Approaches for Fault Detection and Diagnosis in Electrical Machines: A Comparative Study of Deep Learning and Classical Methods. *Panamerican Mathematical Journal*. 2024. Vol. 34, no. 2. URL: <https://internationalpubls.com>.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВАХ: ДОСВІД РОЗВИНЕНИХ КРАЇН

Ставрук П. М., здобувач вищої освіти ОС «бакалавр», e-mail: stavrukp@icloud.com

Науковий керівник – канд. екон. наук, доц. Печенюк А. В.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Використання сонячних електростанцій для енергозабезпечення ферм. Агровольтаїка є інноваційним підходом, що дозволяє поєднувати виробництво сонячної енергії та ведення сільського господарства на одній ділянці. Встановлення сонячних станцій на засаджених полях сприяє оптимізації використання земель та підвищенню урожайності. Часткове затінення позитивно впливає на ріст певних культур, знижує втрати води та створює більш прохолодний мікроклімат, що також зменшує нагрівання сонячних панелей, підвищуючи їхню ефективність.

Вітрові турбіни перетворюють кінетичну енергію вітру в електричну енергію. Вітрогенератори можуть бути різних розмірів та потужностей, від малих для приватних господарств до великих промислових парків. Переваги вітрової енергетики включають екологічність, низьку собівартість електроенергії, швидку окупність, мінімальні експлуатаційні витрати, а також можливість розміщення у сільськогосподарських зонах. Водночас недоліками є залежність від погодних умов, потреба в системах накопичення енергії, шумове забруднення, можливий вплив на птахів та кажанів, а також висока початкова вартість.

Біогазові комплекси для переробки органічних відходів та виробництва енергії. Біогазові станції дозволяють переробляти органічні відходи, виробляючи біогаз, який може використовуватись для генерації електроенергії та тепла. Це вирішує проблему утилізації відходів тваринництва, знижує викиди метану в атмосферу та сприяє сталому енергозабезпеченню.

Американські вчені розробили Spin Cell – фотоелектричні конуси, що обертаються, виробляючи більше енергії без необхідності відстежувати рух сонця. Також розроблено ефективні методи переробки старих сонячних панелей, що зменшує витрати на виробництво нових модулів.

Controlled Environment Agriculture (CEA) – це технологічна система вирощування рослин у контрольованих умовах, що включає теплиці, вертикальні ферми та гідропоніку. Канадська теплична промисловість активно використовує автоматизацію для покращення продуктивності, зменшення трудових витрат та підвищення врожайності.

Сучасні методи енергозбереження, зокрема агровольтаїка, вітроенергетика та біогазові комплекси, сприяють оптимізації використання земель, зниженню експлуатаційних витрат та покращенню екологічних умов у фермерських господарствах. Досвід розвинених країн, таких як США та Канада, демонструє високий потенціал цих технологій, що може бути адаптований до українських умов за умови належної державної підтримки та залучення інвестицій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Agrotex. Біогазові установки (БГУ) – обладнання для виробництва біогазу, біометану. URL: <https://agrotex.info/> (дата звернення: 18.03.2025).
2. Eco-cluster. Вітрові електростанції: переваги і недоліки використання. 2024. URL: <https://eco-cluster.org/> (дата звернення: 22.03.2025).
3. Ised-isde.canada. Enhancing automation in controlled environment agriculture farming. 2020. URL: <https://ised-isde.canada.ca/> (дата звернення: 20.03.2025).
4. Unisolar. Вигоди від встановлення сонячних електростанцій для аграріїв. 2021. URL: <https://unisolar.energy/blog/> (дата звернення: 25.03.2025).
5. Демяник Д. Революція у зеленій енергетиці: вчені з США розробили обертальні сонячні панелі. URL: <https://glavcom.ua/> (дата звернення: 20.03.2025).

АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ПОШКОДЖЕНЬ НА ПЛ 6-35 КВ

Таранов Д. В., магістр, e-mail: taranov@ukr.net

Науковий керівник – доц. Савченко О. А.

Державний біотехнологічний університет

За статистичними даними повітряні лінії електропередачі (ПЛ) є найбільш пошкодженим елементом електротехнічних систем, причому переважним видом пошкоджень у мережах високої напруги є короткі замикання на землю. Необхідною ланкою забезпечення живучості та надійності роботи електротехнічних систем є прилади визначення місця пошкодження (ВМП) при КЗ на лініях електропередачі.

Мета досліджень – методи та засоби визначення місць пошкоджень, їх основні характеристики, виявлення їх недоліків і переваг.

Різноманіття видів та характеру пошкоджень, а також неоднорідність структури та параметрів розподільних електричних мереж не дозволяють отримати універсальний метод ВМП. Перш за все методи ВМП діляться на дистанційні та топографічні. Дистанційні методи полягають у використанні приладів і пристроїв, що встановлюються на підстанціях і показують відстань до пошкодження. Дистанційні методи ВМП забезпечують визначення відстані до місця виникнення пошкодження, а тому частіше за все їх використовують для визначення відстані до місця міжфазного к. з. Однак, вони мають низьку точність вимірювання та складну апаратну реалізацію. Топографічні методи використовують послідовний обхід мережі, вони нечутливі до міжфазних к. з. на кінці лінії та неефективні при пошуку ОЗЗ на ранній стадії його розвитку. Однак, без топографічних засобів дуже складно визначити пошкоджений елемент ПЛ. Використання спеціальної апаратури на трасі забезпечує умову точності ВМП.

Аналіз методів послідовного ділення мережі показав, що вони дозволяють виділити лише пошкоджену ділянку мережі та вимагають великого обсягу попередніх обчислень для визначення оптимальної послідовності перевірок.

Існують також методи ВМП за параметрами аварійного режиму – фіксованими (вимірними) під час КЗ струмами і напругами окремих фаз або послідовностей. Методів визначення місця короткого замикання (ВМКЗ) за параметрами аварійного режиму безліч, однак всі їх можна розбити на методи двостороннього та методи одностороннього виміру. В даний час для визначення відстані до місця пошкодження в основному використовуються мікропроцесорні фіксуючі прилади (МФП) одностороннього виміру, перевагою яких перед іншими пристроями визначення місця пошкодження є висока швидкість отримання результату і зручність його зчитування експлуатаційним персоналом.

Таким чином, найбільш перспективними методами визначення місць КЗ є методи на основі параметрів аварійного режиму, які окрім основної інформації (виду КЗ, часу, відстані до місця КЗ), дозволяють визначити додаткові параметри – струми і напруги всіх послідовностей.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Концограда Т. А., Бабанін С. В. Підвищення точності визначення місця пошкодження в повітряних лініях 10 кВ. *Актуальні задачі сучасних технологій*: матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, 27-28 листопада 2019 р. Т.: ТНТУ, 2019. Том 3. С. 41.

2. Луцяк В. В., Кутін В. М. Комбінована система визначення місця пошкодження в повітряних розподільних мережах напругою 6-35 кВ. *Технічна електродинаміка. Тематичний випуск: Проблеми сучасної електротехніки*. Київ, 2008. Ч. 3. С. 57–60.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНОЇ ЛІНІЇ НА ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ ОДНОФАЗНОГО ЗАМИКАННЯ НА ЗЕМЛЮ

Тендітний В. В., магістр, e-mail: vladtdn33@ukr.net

Наукові керівники: д-р техн. наук, проф. Мороз О. М., ст. викл. Пазій В. Г.

Державний біотехнологічний університет

Однофазні замикання на землю (ОЗЗ) є найпоширенішим типом аварій у розподільних мережах 6-10 кВ. Точне визначення місця пошкодження є критично важливим для оперативного усунення несправностей та зниження експлуатаційних витрат. Одним із факторів, що впливають на точність визначення місця ОЗЗ, є параметри повітряної лінії електропередачі (ПЛ) [1].

У цій роботі проаналізовано вплив параметрів ПЛ та інших факторів на точність визначення місця ОЗЗ. До основних факторів, що впливають на точність визначення місця ОЗЗ можна віднести такі:

1. Довжина лінії. Відіграє ключову роль у формуванні електромагнітних процесів під час замикання. Зі збільшенням довжини: зростає загальний активний і реактивний опір; змінюється хвильовий опір лінії, що впливає на швидкість поширення електромагнітних хвиль; ускладнюється аналіз імпульсних характеристик при використанні хвильових методів визначення місця пошкодження.

2. Тип провідників. Матеріал та геометричні характеристики провідників визначають основні електричні параметри лінії: опір, який впливає на амплітуду вимірюваних струмів і напруг; індуктивність, що визначає затримку електромагнітних сигналів; ємність щодо землі, яка змінює форму імпульсних характеристик при ОЗЗ.

3. Опір ізоляції. Ізоляція проводів та опор є важливим фактором для точності діагностики пошкоджень: низький опір ізоляції може спричиняти розтікання струму, що ускладнює визначення основної точки замикання; змінний стан ізоляції (старіння, механічні пошкодження) може впливати на вимірювані параметри.

4. Режим нейтралі мережі. Спосіб заземлення нейтралі визначає характер протікання струмів замикання: ізольована нейтраль – струм замикання формується ємнісним струмом мережі; компенсована нейтраль (із дугогасним реактором) – зменшується величина струму замикання; глухозаземлена нейтраль – струм замикання є значним, що спрощує визначення місця пошкодження.

5. Атмосферні умови. Зовнішні фактори, такі як опади, температура та обледеніння, змінюють параметри лінії: вологість може знижувати опір ізоляції; низькі температури змінюють електропровідність матеріалів; обледеніння впливає на розподіл ємності та індуктивності ПЛ.

Проведене дослідження дозволяє зробити висновки щодо необхідності врахування зазначених факторів при розробці та впровадженні методів визначення місця ОЗЗ [2]. Використання адаптивних алгоритмів, які враховують параметри конкретної ПЛ, дозволить підвищити точність та ефективність визначення місця пошкодження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Bezruchko V., Buinyi R., Strogii A., Tkach V. Integration of New Single-Phase-to-Ground Faults Detection Devices into Existing SmartGrid Systems. *IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), IEEE Proceedings*. 2019. P. 84–87. doi: 10.1109.ESS.2019.8764237.

2. Пазій В. Г., Черемісін М. М., Мірошник О. О. Підвищення ефективності експлуатації електричних ліній 6-35 кВ за рахунок моніторингу аварійних ситуацій. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України*. Харків: ХНТУСГ, 2018. Вип. 195. С. 15–17.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ

Тесленко В., студ., e-mail: vladosteslenko@gmail.com
Попадченко С. А., ст. викл., e-mail: svanp111@btu.kharkov.ua
Державний біотехнологічний університет

Покращення якості електропостачання, підвищення його надійності в сучасних умовах є актуальним завданням. Вирішення цієї задачі можливе шляхом використання комплексу засобів підвищення надійності роботи розподільчих електричних мереж. Усі заходи, спрямовані як на збільшення пропускної спроможності мереж, так і на підвищення надійності електропостачання споживачів. Для вирішення цієї задачі необхідно розглянути організаційні та технічні заходи, такі як: скорочення довжин ліній з умови забезпечення нормативного рівня напруги в вузлових точках мережі; застосування автоматичного повторного включення (АПВ) лінії або її секціонованих ділянок; влаштування кінцевих резервних зв'язків з іншими лініями з оснащенням пристрою автоматичного включення резерву (АВР); секціонування ліній на ділянки за допомогою лінійних роз'єднувачів; оснащення ділянок ліній показниками пошкодженої ділянки або показниками короткого замикання; застосування телесигналізації аварійних відключень лінії або її пунктів автоматичного секціонування.

Реконструкцію ПЛ має сенс застосовувати після детального та точного розрахунку та обстеження всіх елементів ПЛ, після якої мають бути зроблені висновки про повну або часткову заміну (модернізацію) об'єктів ПЛ. Заміна ПЛ на ПЛ із захищеним проводом (ПЛЗ) спрямована на зниження параметра потоку відмов ПЛ за допомогою скорочення кількості пошкоджень, пов'язаних із падінням дерев та гілок та покращення технічного стану повітряних ліній. Це дозволить зменшити пошкоджуваність ПЛ, а отже, знизити навантаження на оперативні та ремонтні бригади. Ефективним вирішенням проблем електромережевого комплексу стали дроти нового покоління, с композитним осердям з використанням нових конструкцій та нових матеріалів. Необхідна організація дворазового АПВ, що зменшить параметри потоку відмов ПЛ шляхом скорочення кількості пошкоджень, що встановилися, так як в основному в мережах застосовується АПВ одноразової дії.

Підвищення мережевої надійності є комплексом технічних рішень, спрямованих на зменшення часу ліквідації аварій з мінімізацією ділянки ПЛ, що відключається при пошкодженні.

До таких технічних рішень з централізованої автоматизації належать: організація дворазового АПВ у центрі живлення; секціонування ПЛ дистанційно керованими роз'єднувачами з індикаторами КЗ.

Також необхідно запровадити децентралізовану автоматизацію, що включає організацію дворазового АПВ у центрі живлення; секціонування ПЛ реклоузерами з дворазовим АПВ; організацію автоматичного визначення місця ушкодження.

Процес ліквідації аварії проводиться у два етапи:

1. Автоматичне перемикання мережі: ушкоджена частина мережі вимикається за допомогою РВА; неушкоджені ділянки підключаються за резервною схемою. Весь процес відбувається без участі диспетчера та не вимагає наявності будь-якого каналу зв'язку.

2. Ручне перемикання: подальший ручний поділ мережі за допомогою неавтоматичних дільників лінії на дрібніші ділянки; підключення непошкоджених ділянок, вимкнених у результаті аварії; подальше усунення пошкодження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зорін Є. В., Казанський С. В., Олефір Д. О. Забезпечення надійної роботи ОЕС України – нагальна потреба сучасності. *Електропанорама*. 2007. № 4, 7-8. С. 86–91.
2. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. Харків, 2017. 760 с.

ВИКОРИСТАННЯ ОДНОФАКТОРНОГО ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Шаповалов Д. О., магістрант, e-mail: shapovalovdavid54@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Трунова І. М.

Державний біотехнологічний університет

Енергетичний аудит на підприємстві виконується також і для системи технічної експлуатації електрообладнання. Підвищення якості технічного обслуговування (ТО) та ремонту електрообладнання забезпечує підвищення його надійності та підтримання енергоефективності технологічних процесів, де воно використовується. Якість виконання робіт з ТО електрообладнання можна оцінити, використовуючи функцію дисперсійного однофакторного аналізу даних з пакету Microsoft Excel. Це метод математичної статистики, який дозволяє знаходити в базі експериментальних даних значущості розбіжностей в середніх значеннях. Як вказувалося в [1], він підходить для широкого кола практичних завдань.

Розглянемо приклад служби технічного сервісу електродвигунів з декількома електромонтерами з обслуговування електродвигунів типових технологічних процесів, зокрема, сільськогосподарського виробництва. Для дослідження якості технічного сервісу електродвигунів можна використати статистичні дані щодо наробітку до відмови електродвигунів після технічного сервісу, що виконаний кожним з електромонтерів. Результат однофакторного дисперсійного аналізу умовних даних щодо наробітку до відмови електродвигунів, технічний сервіс яких виконували чотири електромонтери, наведений на рисунку 1.

	K	L	M	N	O	P	Q
1	Однофакторний дисперсійний аналіз						
2							
3	Результат						
4	Групи	Рахунок	Сума	Середнє	Дисперсія		
5	Рядок 1	8	50661,42	6332,677	9646976		
6	Рядок 2	8	63419,24	7927,405	39182833		
7	Рядок 3	8	162433	20304,12	49276831		
8	Рядок 4	8	158684,1	19835,51	1,94E+08		
9							
10							
11	Дисперсійний аналіз						
12	Джерело варіації	SS	df	MS	F	P-Значення	F критичне
13	Між групами	1,35E+09	3	4,5E+08	6,156824	0,002381193	2,946685266
14	Всередині груп	2,05E+09	28	73119549			
15							
16	Всього	3,4E+09	31				

Рисунок 1 – Результат однофакторного дисперсійного аналізу даних щодо наробітку до відмови електродвигунів

У даному прикладі бачимо, що ймовірність прийняття нульової гіпотези мала і може бути відхилена. Результати аналізу показали, що різниця в даних для прикладу, який розглядається, є суттєвою. Про це свідчить перевірка статистики Фішера (F), коли є наявність істотної різниці між середніми значеннями по групах, а результат є значимим при $F > F_{кр}$. Тому в цьому прикладі можна прийняти гіпотезу про те, що впливовим фактором на наробіток до відмови електродвигунів є фактор хто саме з електромонтерів виконував технічний сервіс електродвигунів у міжремонтний період та прийняти заходи для підвищення якості технічного сервісу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Diez David M., Barr Christopher D., Cetinkaya-Rundel Mine (2017). OpenIntro Statistics (3rd ed.). OpenIntro. Retrieved 11 November 2017.

СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ НА ОСНОВІ МАШИНИ ПОДВІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

Шидловський А. Б., магістр, e-mail: oceanalex@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Козак О. В.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

На сьогодні змінний струм є найбільш поширеним як серед споживачів, так і джерел. Змінний струм при передачі на великі відстані має менші втрати. Серед машин змінного струму найпоширенішою є асинхронна машина.

Під час розробки системи керування генераторною установкою слід враховувати тип споживача. У разі застосування МПЖ, що працює в генераторному режимі при зміні швидкості обертання валу, можна виділити два типи споживачів: автономний споживач і промислова мережа. Механізми, що живляться від таких джерел, можна розподілити на кілька груп (рис. 1).



Рисунок 1 – Класифікація електромеханічних перетворювачів енергії з урахуванням МПЖ

Серед механізмів, що працюють в основному з автономним навантаженням, можна відзначити такий клас, як навантажувальні пристрої та випробувальні стенди. Випробовують на стендах двигуни внутрішнього згоряння та електричні машини.

Електрична енергія, отримана в результаті електромеханічного перетворення, використовується для живлення автономних споживачів й у рекуперації їх у мережу. Як друга група, що працює з автономними споживачами, можна виділити відновлювані та резервні джерела енергії. Прикладами таких механізмів є вітрогенераторні установки та установки на основі дизельних генераторів. Вони переважно працюють на автономне навантаження, але при цьому не виключають режиму паралельної роботи з мережею у разі появи такої необхідності.

На великих промислових підприємствах енергетична мережа дуже розгалужена, й у складі агрегатів електричні машини можуть працювати у різних режимах роботи. При цьому електрична енергія, що виробляється машинами, що працюють в генераторному режимі, може бути використана для живлення як найближчих споживачів, так і віддалених. У такому випадку, електричні генератори розглядають у режимі паралельної роботи з мережею.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Datta R., Ranganathan V. T. Direct Power Control of Grid-Connected Wound Rotor Induction Machine without Rotor Position Sensors. *IEEE Transactions on Power Electronics*. 2001. Vol. 16(3). P. 390-399.
2. Lconhard W. Control of Electrical Drives. Berlin: Springer-Verlag, 1996.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНОГО ЧАСТОТНОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ З РОЗПОДІЛЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ

Ясак С. А., асп., e-mail: yasak.sergey@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук Гапон Д. А.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Актуальність дослідження полягає в необхідності забезпечення стабільності частоти енергосистеми при високій частці розподілених джерел енергії (РДЕ), таких як вітрові та сонячні електростанції, які мають непередбачувану природу виробництва. Це створює складнощі для стабільного функціонування частоти, що вимагає модернізації традиційних методів автоматичного частотного розвантаження (АЧР). Метою дослідження є вдосконалення існуючих методів АЧР та розробка нових підходів, що забезпечать надійність енергосистеми.

Дослідження показали важливість адаптації методів АЧР до умов розподіленої генерації. Зокрема, популярними є інтелектуальні системи управління та адаптивні алгоритми, а також системи накопичення енергії. Виявлені прогалини, зокрема, недосконале врахування взаємодії між різними типами джерел енергії, вимагають створення нових моделей для ефективного прогнозування і управління частотою.

Методологія дослідження включає використання адаптивних алгоритмів та інтелектуальних систем для оперативного коригування частоти. Застосовуються математичні моделі, що враховують динамічні зміни в роботі РДЕ, а також методи прогнозування для точнішого регулювання частоти. Оцінено ефективність нових систем автоматичного управління частотою, які інтегрують розподілені джерела енергії.

Адаптивні алгоритми на базі інтелектуальних систем є найбільш перспективними для стабілізації частоти. Тестування моделей енергосистеми при змінному виробництві підтвердило високий рівень стабільності частоти за використання нових підходів.

Запропоновані методи значно покращують стабільність частоти в енергосистемах з РДЕ. Рекомендовано оптимізувати алгоритми АЧР з використанням інтелектуальних систем управління та інтеграцією накопичувачів енергії для зменшення коливань частоти.

У висновках зазначено, що розроблені методи підвищують ефективність частотного розвантаження, зменшуючи залежність від традиційних централізованих джерел енергії. Перспективи подальших досліджень включають вдосконалення алгоритмів для точнішого прогнозування частоти та інтеграцію нових технологій накопичення енергії. Практичне значення методів полягає у підвищенні надійності енергосистем і забезпеченні стабільності частоти в умовах високої частки відновлювальних джерел енергії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бондаренко, В. І., & Петренко, В. М. (2020). Методи регулювання частоти в енергосистемах з відновлювальними джерелами енергії. *Енергетика та електрифікація*, 12(4), 45-56.
2. Шевченко, А. В., & Козлов, С. О. (2018). Адаптивні системи частотного регулювання в умовах розподіленої генерації. *Журнал електротехніки та енергетики*, 23(2), 103-109.
3. Назаренко, І. Л. (2019). Інтелектуальні системи управління для автоматичного частотного розвантаження в енергосистемах з РДЕ. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*, 18(5), 87-93.
4. Гончаренко, О. В., & Сидоренко, П. П. (2017). Вплив розподілених джерел енергії на стабільність частоти в енергосистемах. *Наукові праці Інституту енергетики та автоматизації*, 34(1), 77-82.
5. Петров, О. В., & Тищенко, М. О. (2021). Методи прогнозування частоти в енергосистемах з відновлювальними джерелами енергії. *Технічна електродинаміка*, 48(3), 144-149.

СЕКЦІЯ 2. ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА

УДК 621.316

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ІЗ СОНЯЧНИМИ ЕЛЕКТРИЧНИМИ СТАНЦІЯМИ ТА СИСТЕМАМИ ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇ

Астапович Ю. В., магістр, e-mail: astapovych@ukr.net

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мірошник О. О.

Державний біотехнологічний університет

Світові тенденції розвитку енергетики свідчать про постійне зростання споживання електроенергії, що, у свою чергу, вимагає збільшення генерувальних потужностей. Сучасна традиційна енергетика, яка базується на видобувних технологіях, досягла рівня, коли виробництво електроенергії супроводжується значними викидами вуглецю та спричиняє істотне забруднення довкілля. Це загострює питання підвищення енергоефективності галузі, охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів. Більшість країн світу вирішують ці проблеми шляхом розвитку відновлюваної енергетики, яка використовує відновлювані джерела енергії (ВДЕ) та відповідні ресурси [1, 2].

Україна також обрала цей напрямок розвитку енергетики, що передбачено Енергетичною стратегією України до 2035 року. Ця стратегія сприяє зростанню кількості та встановленої потужності вітрових електростанцій, сонячних електростанцій, біопаливних електростанцій, а також міні-, мікро- та малих гідроелектростанцій. Поступово вони заміщують застарілі електростанції, що працюють на вугіллі, нафті, газі та збагаченому урані. Більшість проектів у сфері ВДЕ передбачають підключення до централізованої мережі з метою передачі надлишкової електроенергії до енергосистеми. Однак варто враховувати, що ВДЕ по-різному впливають на роботу електромереж, і цей вплив залежить від їхньої потужності, типу, місця розташування та особливостей мережевої топології. Це робить дослідження режимів роботи електромереж із ВДЕ особливо актуальним завданням для енергетичної галузі. Наразі аналіз особливостей підключення ВДЕ до електромереж з урахуванням специфіки їхньої роботи та експлуатації потребує особливої уваги, оскільки від його результатів залежить ефективність функціонування енергосистем у цілому [3].

Для моделювання режимів роботи електромереж широко застосовується програмний продукт DIgSILENT PowerFactory. Це інженерний інструмент для аналізу промислових, передавальних та комерційних електричних систем, розроблений компанією DIgSILENT. Назва DIgSILENT розшифровується як «Цифрова програма моделювання та розрахунку електричних мереж».

Збільшення генерації сонячних електростанцій та інтеграція систем акумулювання енергії дозволяють зменшити втрати електроенергії та покращити рівень напруги в мережі. При цьому перерозподіл потоків потужності може спричинити незначне зростання загальних втрат активної потужності у періоди максимальної генерації. PowerFactory надає широкі можливості для аналізу режимів роботи електромереж, дозволяючи проводити оцінку та оптимізувати функціонування енергосистем.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кириленко О. В., Павловський В. В., Яндульський О. С. Керування режимом роботи електростанції з відновлюваними джерелами енергії в умовах зміни частоти в енергосистемі. *Техн. електродинаміка*. 2012. № 4. С. 52–57.
2. Pazyi V., et al. Development of Simulation Model of Single-Phase Circuit Lock in the Digsilent Powerfactory Program. *System Safety: Human-Technical Facility – Environment*. Sciendo, 2023. Vol. 5, no. 1. P. 350-358. <https://doi.org/10.2478/czoto-2023-0038>.
3. DIgSILENT PowerFactory. URL: <http://regimov.net/content.php/81-programm>.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ МІНІ-ГЕС

Боровик А. О.¹, студ., e-mail: alina.borovyk@student.karazin.uaШевченко В. В.^{1,2}, д-р техн. наук, проф., e-mail: zurbagan8454@gmail.com¹ Бахмутський НН професійно-педагогічний інститут ХНУ ім. В.Н. Каразіна² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Актуальність даного дослідження полягає в тому, що натеper йде перегляд перспективності розвитку електроенергетики від відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Всі почали розуміти, що для промислово-розвинених країн енергія вітру та сонця не можуть забезпечити в повній мірі потреби в електроенергії. В сучасних умовах та далі, на десятки років, ці завдання можуть вирішувати атомні електростанції (АЕС) різних типів та різної потужності. Але багато країн вже зупинили свої АЕС. Так, в Німеччині через вимоги партії «зелених», через загрозу зміни клімату, через заклики відмовитись від викопного палива та через вторгнення росії в Україну, в квітні 2023 р. були зупинені три останні діючі блоки АЕС, але вже восени це привело до значного енергодефіциту в країні та змусило активізувати роботу вугільних теплових електростанцій (ТЕС). Тим часом у Швейцарії працюють над відказом від заборони на будівництво нових АЕС, Великобританія має намір пом'якшити правила щодо місць будівництва АЕС. Польща схвалила законопроект про фінансування будівництва першої в країні АЕС. Франція робить ставку на атомну енергетику у енергозабезпеченні країни і в майбутньому має намір збільшити кількість АЕС для заміни вугільних ТЕС, які при роботі викидають в атмосферу велику кількість CO₂. Замість будівництва 6 запланованих зараз у Парижі говорять про 14 нових АЕС. Тож світова перспектива зрозуміла. Однак в останні десятиріччя спостерігалось зниження фінансової підтримки атомної електроенергетики через значну фінансову підтримку енергетики від ВДЕ. Це значно сказалося на розвитку АЕС, на оновлення електрообладнання, викликало відхід фахівців-атомників в інші галузі, що натеper створює проблеми. Підвищення уваги до АЕС це своєчасне рішення, але не можна при цьому повністю відмовлятися від електростанцій на ВДЕ. Вони повинні існувати, розвиватися, вдосконалюватись для роботи в конкретних межах, місцях, на визначеній потужності.



Рисунок 2 – Приклад міні-ГЕС

Мала гідро-електроенергетика також має зону існування, де вона перспективна. Це віддалені, складні по ландшафту місцевості в горах, в яких є невеликі поселення з невеликою кількістю людей, а також є гірський річки, навіть струмки, рис. 1.

При виборі обладнання для міні-ГЕС слід пам'ятати, що різноманітність природно-кліматичних умов країни, відсутність спеціальних типів обладнання, здатного ефективно працювати при малих напорах та витрат води, робить необхідним виконувати оцінку ефективності кожного варіанту станції. Попередня оцінка енергетичної ефективності малої ГЕС, яка дозволяє

оптимізувати розрахункові параметри гідротурбіни та гідрогенератора ще на ранніх стадіях проектування, виконується за коефіцієнтом K_{ef} :

$$K_{ef} = \frac{P_{GT}}{P_W} = h \cdot \sqrt{1 - \eta \cdot (2 - \eta)},$$

де P_W – загальна потужність потоку води в водоводі; P_{GT} – потужність гідротурбіни;

η – гідравлічний ККД турбіни; $h = H_{GT}/H_W$ – коефіцієнт корисного використання напору, як відношення теоретичного напору гідротурбіни H_{GT} до напору водоводу H_W , механічна потужність, що приходить до гідрогенератора. Максимум коефіцієнту використання енергії досягається при максимальному значенні η_{max} та оптимальному значенні гідравлічного ККД турбіни h :

$$h_{optim} = \frac{2}{3 \cdot (2 - \eta_{max})}.$$

ОПИС МОДЕЛІ КОТЛОАГРЕГАТУ ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ БІОПАЛИВА

Височанський Я. М., магістр, e-mail: oceanalexx@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Козак О. В.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Дослідження спалювання палива починається зі створення моделі паливоспалювальної установки, якою є водогрійний твердопаливний котел Alter потужністю 95 кВт з автоматичним пелетним пальником [1] українського виробника. Оскільки горіння відбувається всередині котлоагрегату, то для розрахунку даного процесу нас цікавлять внутрішні стіни котла (рис. 1). У якості редактора геометрії тривимірної моделі серед засобів Ansys Fluent використано DesignModeler, що розроблений на основі параметричних функцій для того, щоб інтуїтивно і швидко креслити 2D-ескізи, моделювати 3D-деталі або завантажувати 3D-моделі CAD для попередньої обробки інженерного аналізу.

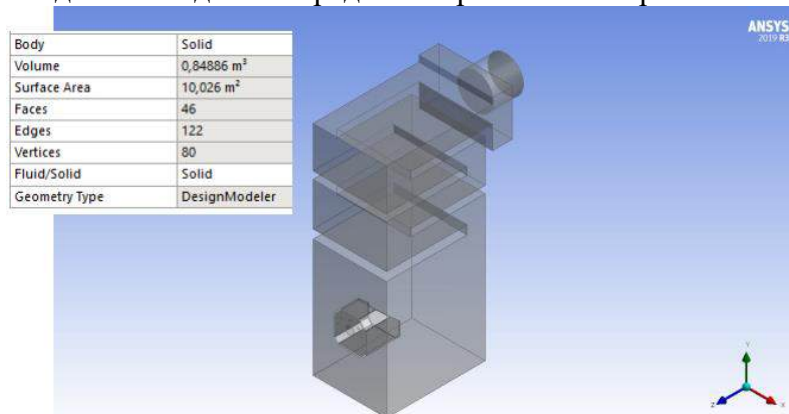


Рисунок 1 – Геометрія тривимірної моделі водогрійного котла Alter

Пелетний котел з факельним пальником тепловою потужністю 95 кВт дозволяє опалювати як житлові чи комунальні приміщення, так і комерційні приміщення площею до 950 м². Котел оснащується бункером для палива (пелети) та механізмом автоматичної подачі палива, причому котел може працювати в режимі автоматичного або ручного завантаження. Габаритні розміри обраного котла Alter дорівнюють 820x1990x1140 мм. Над топковою камерою розташовується чотириходовий теплообмінник, що являє собою декілька горизонтально розташованих водних полиць. За словами виробника, така конструкція дозволяє повністю використати тепло продуктів згоряння.

У моделі застосовано хімічну рівновагу у неадіабатичній системі, завдяки чому описуються залежності між фракцією суміші і фракціями окремих речовин та враховується теплообмін з навколишнім середовищем для визначення теплового потоку від спалювання. термохімічні розрахунки в Ansys Fluent попередньо обробляються, а потім зводяться в таблицю функції щільності ймовірності (PDF-таблиця) для перегляду, за допомогою чого враховується взаємодія турбулентності та хімії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Твердопаливний котел Duo Uni Pellet – купити в Києві і Україні | Alter. Alter - виробник твердопаливних котлів та опалювального обладнання. URL: <https://alter.ua/catalog/kotel-duo-uni-pellet/p7>.

2. EN 14785. Residential space heating appliances fired by wood pellets – Requirements and test methods EN 14785:2006. 2006.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Власов В. О., бакалавр, e-mail: vlsovvasyl2004@gmail.com

Науковий керівник – канд. екон. наук, доц. Печенюк А. В.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Перехід до відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є важливою складовою глобальної енергетичної трансформації, спрямованої на зменшення викидів парникових газів та забезпечення сталого розвитку. В умовах сучасних екологічних викликів та зростаючої потреби в енергетичній незалежності, використання ВДЕ набуває особливої актуальності. Важливою умовою успішного розвитку ВДЕ є технологічні інновації, державна підтримка та ефективне управління енергетичними мережами.

Розвиток ВДЕ потребує великих капіталовкладень у виробничі потужності, але експлуатаційні витрати значно нижчі. Наприклад, у 2023 році середня вартість виробництва електроенергії з ВДЕ (LCOE) становить:

- сонячна енергетика: 40-50 дол./МВт*год;
- вітрова енергетика: 30-45 дол./МВт*год;
- вугільні ТЕС: 60-100 дол./МВт*год;
- газові ТЕС: 70-120 дол./МВт*год.

Це підтверджує, що ВДЕ вже зараз конкурентоспроможні. Незважаючи на високий потенціал, ВДЕ стикаються з серйозними викликами:

- потреба в балансуванні мережі, оскільки традиційні ТЕС мають гнучкішу генерацію;
- первинні інвестиції залишаються високими, незважаючи на зниження вартості технологій;
- залежність від погодних умов потребує розвитку накопичувальних систем.

Проте європейський та кращий світовий досвід свідчить, що інтеграція ВДЕ є економічно вигідною, особливо за допомогою сучасних методів управління мережею.

Використання відновлювальних джерел енергії сприяє суттєвому зменшенню обсягів викидів забруднюючих речовин, зокрема парникових газів. Серед основних джерел ВДЕ слід виділити:

- сонячна енергія – практично невичерпне джерело, що з кожним роком знижує собівартість завдяки новим технологіям;
- вітрова енергія – значно зросла популярність, особливо в таких країнах, як США, Великобританія та Німеччина;
- геотермальна енергія – використовується для обігріву та генерації електроенергії, зокрема в Ісландії. В Україні перспективні зони для геотермальної енергетики – Карпати та Закарпаття.

Перспективи використання відновлювальних джерел енергії – у їхньому значному внеску в екологічну та енергетичну незалежність, зменшенні залежності від традиційних енергоресурсів. Для їх успішного розвитку необхідно удосконалювати технології, розвивати інфраструктуру та забезпечити належну державну підтримку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Босий М. В. Перспективи застосування відновлювальних джерел енергії у системах теплопостачання. *Наукові записки*. 2014. № 15. С. 89–92.
2. Відновлювальна енергетика та вплив на навколишнє середовище. *Гарантований покупець*. 2021. URL: https://www.gpee.com.ua/news_item/727.
3. Грушко В., Бобров Є., Румик І., Кузьмінський В. Економіка відновлення. Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2023. 205 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/371225598_EKONOMIKA_VIDNOVLENNIA_Navcalnij_posibnik_Ekonomika_vidbudovi_energeticnogo_sektoru.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ЗБЕРІГАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЄВРОПІ

Войтович В. І., бакалавр, e-mail: bakum550@gmail.com

Науковий керівник – проф. Мороз О. М.

Державний біотехнологічний університет

За даними European Electricity Review 2024 [1], в ЄС у 2023 році 27% електроенергії було вироблено з енергії вітру та сонця, порівняно з 23% у 2022 році. Це збільшило частку відновлюваної електроенергії до рекордних 44%, вперше в історії ЄС подолавши позначку 40%. Комбінована вітрова та сонячна генерація зросла на рекордні 90 ТВт-год, а встановлена потужність – на 73 ГВт. Сонячна енергетика продовжила стрімке зростання з 56 ГВт додаткових потужностей у 2023 році порівняно з 41 ГВт у 2022 році (+37%). Але сонячна енергетика не змогла досягти зростання виробництва у порівнянні з 2022 роком (+36 ТВт-год у 2023 році порівняно з +48 ТВт-год у 2022 році). У зв'язку зі зростанням генерації з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), які мають стохастичний характер генерації, системи зберігання енергії (СЗЕ) та інші засоби забезпечення гнучкості енергетичної системи будуть відігравати все більш важливу роль. Оскільки Європа прагне досягти нульового рівня викидів парникових газів до 2050 року, ефективні рішення для зберігання енергії стали важливими для управління мінливістю відновлюваної генерації та забезпечення надійного електропостачання.

Зростаючий попит на безперебійне електропостачання та мінливий енергетичний ландшафт поставили технології зберігання енергії, такі як акумулятори та насосні гідросистеми, на передній план енергетичної політики та технологічних інновацій в усьому регіоні. Зокрема, європейський ринок накопичувачів електроенергії переживає значне зростання, підтримане технологічними досягненнями, регуляторними ініціативами та значними інвестиціями в інфраструктуру відновлюваної енергетики. Такі країни, як Німеччина, лідирують у впровадженні домашніх акумуляторних систем, де майже половина нових сонячних фотоелектричних установок працює в парі з рішеннями для зберігання електроенергії. Тим часом інші країни, включаючи Італію та Францію, поступово нарощують свої потужності зі зберігання енергії за допомогою сприятливої державної політики та ринкових механізмів. Однак ринок стикається з проблемами, такими як непослідовна нормативно-правова база та суспільний опір новим проектам, що може перешкоджати розширенню можливостей зберігання енергії. Нові технології, включаючи літій-сірчані та твердотільні акумулятори, поряд з традиційними методами, такими як гідроакумуляування, потребують подальших досліджень з метою підвищення ефективності та сталості зберігання енергії. Взаємодія інновацій, ринкової динаміки та регуляторної підтримки має вирішальне значення для задоволення зростаючої потреби у гнучких енергетичних рішеннях, особливо з огляду на те, що до 2030 року частка відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі зросте вчетверо. Оскільки Європа здійснює свій енергетичний перехід в умовах геополітичних викликів та необхідності декарбонізації, розвиток СЗЕ залишатиметься в центрі уваги політики та інвестицій. Попит на СЗЕ у ЄС є дуже значним, так у 2023 році у ЄС було введено близько 10 ГВт нових потужностей, з яких 7 ГВт припадає на накопичувальні системи «за лічильником», а 3 ГВт – на накопичувальні системи «перед лічильником» [2].

European Market Monitor on Energy Storage (EMMES) оцінює, що встановлена потужність СЗЕ зросте в 6 разів у перерахунку на обсяг потужностей, чому сприяють покращені ринкові умови. При цьому середня тривалість роботи накопичувальних систем суттєво зростає – проекти з двогодинним накопиченням стали більш поширеними, а в найближчому майбутньому в Європі очікується поява проектів із чотиригодинним накопиченням. Велика Британія, Німеччина та Італія є провідними ринками для накопичувальних систем.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. European Electricity Review 2024. URL: <https://surl.li/notlqs>.
2. EMMES 8.0 – March 2024. URL: <https://tinyurl.com/rjkb79kh>.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ОСНОВІ АПАРАТА ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Волобуєв А. С., асп., e-mail: andreyvolobuev7777@gmail.com

Науковий керівник – доц. Савченко О. А.
Державний біотехнологічний університет

У даний час сонячні електростанції стали широко поширеними у всьому світі. Наразі існує велика кількість моделей для прогнозування продуктивності сонячних електростанцій [1]. Кожен із методів короткотермінового прогнозування відрізняється власними характеристиками. Тому для того, щоб виділити найбільш перспективні методи, був проведений їх попередній аналіз. Під час дослідження було проведено початкову обробку початкових даних, отриманих з існуючих сонячних електростанцій. Крім того, для побудови прогностичної моделі було проведено кореляційний аналіз даних, який показав відсутність лінійної залежності між компонентами в ретроспективних даних. При аналізі роботи точність прогнозу моделі коливається від 95 % у випадку ідеальних кліматичних умов, до 80 % – в інших випадках. Таким чином, ми можемо зробити висновок про необхідність виділити закони та значні компоненти вихідних даних. Для цього спочатку необхідно проаналізувати ретроспективні дані про виробництво електроенергії. Другий етап передбачає розвиток самої прогностичної моделі. На основі кореляційного аналізу, було вирішено вибрати математичну модель, засновану на штучній нейронній мережі.

Мета досліджень – розробка короткотермінового методу прогнозування продуктивності сонячних електростанцій на основі апарату штучних нейронних мереж.

Спочатку спектральний аналіз ретроспективних даних за розглянутий період проводився окремо для кожної з електростанцій. У ролі ретроспективних даних на етапі спектрального аналізу використовувались дані про виробництво електроенергії двома сонячними електростанціями.

Для побудови прогностичної моделі була розроблена математична модель прогнозування об'єму виробництва електричної енергії на основі штучної нейронної мережі як функція наступних параметрів: тривалість дня, рівень снігу, тип погоди, температура повітря, кількість опадів, хмарність. Структура нейронної мережі для побудови короткотермінового прогнозу виробництва електричної енергії в режимі «день на день» складається з 15 вхідних нейронів першого шару, 13 нейронів прихованого шару та одного вихідного нейрона. В якості функції активації нейрона використано функцію Relu [2]. Для налаштування вагових коефіцієнтів нейронної мережі використовувався алгоритм навчання з вчителем, відомий як алгоритм поширення помилок. Як навчальні дані, використовувались ретроспективні дані про виробництво електричної енергії, що передували прогнозованому дню.

З результатів дослідження випливає, що розроблена прогностична модель має середню абсолютну помилку (MAE) приблизно 13,5 МВт. Однак пікові розбіжності можуть досягти до 200 МВт. Середня помилка моделі (RMSE) становить 27,8 МВт. На основі отриманого досвіду та більш детального аналізу вхідних даних, а також шляхом проведення більш точної конфігурації нейронної мережі, ми можемо говорити про подальше вдосконалення прогностичної моделі у напрямку зменшення помилки прогнозу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Gandoman F.H., Aleem S.A., Omar N., Ahmadi A., Alenezi F.Q. Short-term solar power forecasting considering cloud coverage and ambient temperature variation effects. *Renewable Energy*. 2018. Vol. 123. P. 793–805.
2. Khaikin S. *Neural Networks: A Complete Course*. 2nd Edition, Williams. 2006. 1104 p.

ПОТЕНЦІАЛ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Грачов А. А., магістр, e-mail: grachov@ukr.net

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мірошник О. О.

Державний біотехнологічний університет

Одним із важливих напрямів розвитку енергетики є використання альтернативних джерел енергії. Найбільш перспективним вважається сонячна енергетика та її застосування в побутових умовах. Враховуючи сучасний стан енергетичного ринку України, ця концепція є цілком доцільною. Головним завданням на шляху розвитку сонячної енергетики є підвищення ефективності використання електромереж, які потребують суттєвої модернізації.

Перетворення сонячної енергії на електричну відбувається у фотоелектричних перетворювачах завдяки внутрішньому фотоефекту в неоднорідних напівпровідникових структурах під впливом сонячного випромінювання. Фотоефект виникає, коли фотон падає на матеріал, що складається з двох шарів із різним типом електричної провідності. Поглинений фотон вибиває електрон, створюючи вільний негативний заряд та «дірку». У результаті порушується рівновага р-п-переходу, що призводить до виникнення електричного струму в колі. Об'єднуючи сонячні елементи у послідовно-паралельні з'єднання, отримують сонячні (фотоелектричні) батареї. На фотоелектричних станціях такі батареї формують генератори для вироблення електроенергії [1, 2]. Існують різні технології виготовлення фотоелектричних елементів, що впливають на кінцевий коефіцієнт корисної дії (ККД), який на практиці становить близько 10–20 %.

Україна має сприятливі природні умови для розвитку сонячної енергетики. Найперспективнішими регіонами є центральна, південна та східна частини країни [3]. Річна кількість сонячного випромінювання на території України варіюється від 1 070 кВт·год/м² на півночі до 1 400 кВт·год/м².

Згідно з чинним законодавством, малі сонячні електростанції потужністю до 30 кВт можуть підключатися до промислових електромереж із можливістю продажу надлишкової електроенергії енергопостачальним компаніям за спеціальним «зеленим тарифом». Це сприяє розвитку нового напрямку енергетики – «Smart Grid». Основною особливістю Smart Grid є двонаправлений потік енергії між елементами електропостачальної системи. Функціонування цієї системи залежить від стану промислових електромереж, потужності відновлюваних джерел енергії та змінного графіка навантаження.

Україна має одну з найбільш привабливих інвестиційних структур в Європі для розвитку сонячної енергетики. За останній час були створені сприятливі умови: наявність ресурсів і земельних ділянок, пільговий тариф, державна підтримка і цільова енергетична стратегія, мета якої – досягти 25% виробництва чистої енергії до 2035 року.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лежнюк П. Д., Комар В. О., Кравчук С. В., Лесько В. О., Нетребський В. В. Балансова надійність електричної мережі з фотоелектричними станціями: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2018.

2. Halko S., Suprun O., Miroshnyk O. Influence of Temperature on Energy Performance Indicators of Hybrid Solar Panels Using Cylindrical Cogeneration Photovoltaic Modules. 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). Kharkiv, Ukraine, 2021. P. 132–136. <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569975>.

3. Lezhniuk P., Komar V., Kravchuk S., Lesko V., Netrebkiy V. Meteorological Parameters Analysis for Hourly Forecast of Electricity Generation by Photovoltaic Power Station on the Day Ahead. 2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS). Kharkiv, Ukraine, 2018. P. 235–238. <https://doi.org/10.1109/IEPS.2018.8559598>.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ НА ОСНОВІ КОМБІНУВАННЯ БАЗОВИХ ТА СТОХАСТИЧНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Григоренко О. В., бакалавр, e-mail: olexgrvi@gmail.com

Мельник О. В., бакалавр

Наукові керівники: д-р техн. наук, проф. Стаднік М. І.,
канд. техн. наук, ст. викл. Штуць А. А.

Вінницький національний аграрний університет

У роботі запропоновано метод автономного електропостачання тваринницької ферми на основі комбінування базових і стохастичних джерел енергії, таких як СЕС, ВЕС, ГЕС та біогазові установки. Використання стохастичних підходів дозволяє враховувати випадкові коливання у виробництві енергії та змінні графіки навантаження, забезпечуючи оптимізацію енергопотоків і зменшення витрат на резервування потужностей. Це підвищує ефективність і надійність системи, сприяючи сталому розвитку сільськогосподарських підприємств та їх енергетичній незалежності.

Тваринницькі ферми є великими споживачами електроенергії, де висока вартість енергії та нестабільність постачання можуть вплинути на конкурентоспроможність продукції. Для вирішення цих проблем пропонується використання комбінованих енергосистем, що поєднують альтернативні джерела енергії з інтеграцією стохастичних підходів до управління енергетичними потоками, що дозволяє забезпечити стабільне електропостачання та знизити залежність від традиційних джерел енергії.

Аналіз останніх досліджень (2017–2025) показує активний розвиток теми автономного електропостачання тваринницьких ферм з використанням комбінованих базових і стохастичних джерел енергії, що підвищує енергоефективність та надійність таких систем. Дослідження охоплюють моделювання енергетичних систем, використання біогазових установок, застосування стохастичних методів управління енергетичними потоками та покращення економічної ефективності за рахунок інтеграції відновлювальних джерел енергії.

Метою дослідження є забезпечення безперебійного електропостачання для тваринницької ферми через інтеграцію та ефективне використання стохастичних, постійних і резервних джерел енергії, з оптимальним керуванням енергетичними потоками. Це дозволяє адаптувати систему до змінних умов навантаження, знижувати витрати на енергоресурси та забезпечувати надійність енергопостачання, що є критичним для безперебійної роботи ферми.

Аналіз можливих джерел для покриття графіку навантаження. Для забезпечення безперебійного електропостачання тваринницької ферми важливо правильно обрати джерела енергії, які можуть покривати змінний графік навантаження. В даному дослідженні розглядаються як стохастичні, так і постійні джерела електричної енергії. Кожне з цих джерел має свої переваги та недоліки, що потрібно враховувати при побудові енергетичної системи ферми.

Проведено аналіз літературних джерел [1–8] та вибрано коефіцієнт автокореляції він використовується між значеннями процесу в різні моменти часу, також розраховуєм графік добового навантаження та можливих виробничих потужностей стохастичних і базових джерел:

У дослідженні було розглянуто різні джерела енергії для забезпечення безперебійного електропостачання тваринницької ферми, зокрема стохастичні та постійні джерела. Сонячні, вітрові та гідроелектростанції були оцінені як стохастичні джерела, потужність яких залежить від погодних умов. З іншого боку, біогазові установки є постійними джерелами енергії з стабільною потужністю. Оцінено коефіцієнти варіації для кожного з джерел, що допомагає оцінити їх змінність та непередбачуваність. Для Вінницької області визначено показники для сонячних і вітрових джерел енергії, що дозволяє прогнозувати їх ефективність. Розроблений алгоритм управління енергетичною системою ферми передбачає

оцінку поточного навантаження та доступної потужності від джерел. Важливою частиною є розподіл енергії між базовим навантаженням та акумуляторами для збереження надлишкової енергії. У разі недостатньої генерації енергії від відновлювальних джерел система автоматично переключасться на резервні джерела. Таке управління дозволяє забезпечити безперебійне енергопостачання ферми в умовах змінності енергії. Використання комбінованої системи дає змогу значно знизити витрати на електроенергію і зменшити вплив на навколишнє середовище.

У роботі запропоновано алгоритм автономного електропостачання тваринницької ферми, що комбінує різні джерела енергії для забезпечення стабільного електропостачання при змінних навантаженнях. Використання стохастичних джерел енергії, таких як сонячні, вітрові та гідроелектростанції, дозволяє оптимізувати енергопотоки, підвищуючи ефективність системи. Біогазові установки забезпечують стабільну потужність, та забезпечити автономне електропостачання. Розроблений алгоритм управління дозволяє розподіляти енергію між джерелами для безперебійного постачання та резервування. Комбіновані системи знижують витрати на електроенергію та зменшують вплив на навколишнє середовище, сприяючи сталому функціонуванню сільськогосподарських підприємств.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Voznyak O., Shtuts A. Investigation of the process of measurement control of the concentration of carbon dioxide. In: *Traditional and innovative approaches to scientific research: theory, methodology, practice: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. P. 1-27.
2. Возняк О. М., Штуць А. А. Дослідження системи контролю температури природного газу. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3(110). С. 34–50.
3. Калетнік Г. М. Перспективи підвищення енергетичної автономії підприємств апк в рамках виконання енергетичної стратегії України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. № 4(104). С. 90–98.
4. Стаднік М. І. Оптимізація складу генеруючого обладнання автономного енергопостачання тваринницької ферми при використанні біогазу. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 2(101). С. 81–88.
5. Стаднік М. І., Грицун А. В., Проценко Д. П. Метод покриття графіку навантаження тваринницької ферми при автономному електропостачанні, на базі біогазових установок. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. С. 79-87.
6. Стаднік М. І., Проценко Д. П., Бабій С. М. Гібридне електропостачання з використанням відновлюваних джерел енергії. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2020. С. 32–41.
7. Стаднік М. І., Штуць А. А. Оптимізація генераторної групи автономного електропостачання тваринницької ферми з використанням біогазу. *Молодь і технічний прогрес в АПК. Інноваційні розробки в аграрній сфері: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*, 4 квітня 2019 р. Харків: ХНТУСГ, 2019. Т. 2. С. 19–20.
8. Стаднік М. І., Штуць А. А., Пилипенко О. В. Рівень енергозабезпечення тваринницьких ферм за рахунок біогазу. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 1 (112). С. 100–112.

ПРАВИЛЬНИЙ ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ ЗАХИСТУ СЕС – НЕОБХІДНА УМОВА БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ СТАНЦІЇ

Дегтяренко О. Ю., бакалавр san4os444@gmail.com

Науковий керівник – проф. Мороз О. М.

Державний біотехнологічний університет

Останні роки в Україні спостерігається стрімке зростання кількості сонячних електростанцій (СЕС) домогосподарств, так тільки у 2024 році в Україні побудовано приблизно 800–850 МВт СЕС коштом бізнесу і домогосподарств [1]. Надійне та безпечне функціонування СЕСд можливе тільки при правильному виборі елементів захисту СЕС, які повинні захищати від аварійних ситуацій, що можуть виникнути через несправності, перевантаження, короткі замикання (КЗ) чи інші аномалії.

Першими елементами захисту є запобіжники, які встановлюються на кожний стрінг фотоелектричних модулів (ФЕМ), і струм яких вибирається в залежності від паспортних даних струму КЗ модулів та коефіцієнту запасу 1,6 [1, 2]. Після розрахунку значення струму вибирається найближче стандартне значення струму запобіжника та враховується напруга, що створюється на виході стрінгу, з коефіцієнтом більше 1,2. Особливою вимогою є те, що ці запобіжники повинні бути призначені для СЕС.

Другим елементом захисту є обмежувачі перенапруги (ОПН), які призначені для захисту від імпульсної напруги від атмосферних розрядів (блискавки) ФЕМ, контролера та акумуляторів. ОПН вибираються за напругою, напруга ОПН повинна бути більшою напруги стрінгів СЕС, стандартними напругами є 500, 800 і 1000 В.

Обов'язковим елементом СЕС є автоматичний вимикач (АВ), який захищає від струмів КЗ та струмів перевантаження. Струм АВ повинен бути більшим від суми номінальних струмів стрінгів ФЕМ з коефіцієнтом запасу 1,6, напруга АВ повинна бути більшою напруги стрінгів. Запобіжники та АВ виконують одну і ті ж функції, але вимикач дозволяє відключити ФЕМ під навантаженням.

У випадку використання літєвих акумуляторів для їх захисту використовується АВ постійного струму, оскільки напруга тут вища – 110 В, а також тому, що такі АКБ мають плату BMS (Battery Management System). BMS – це система управління акумуляторною батареєю, яка забезпечує її безпечну та ефективну роботу. Основні функції BMS включають:

1) Контроль стану батареї: вимірювання напруги, струму та температури; оцінка рівня заряду (SOC – State of Charge) та стану здоров'я (SOH – State of Health) батареї.

2) Захист: запобігання перезарядці, перерозрядці, перегріву та короткому замиканню; відключення батареї при небезпечних умовах.

3) Балансування елементів – вирівнювання заряду між елементами батареї для підвищення її ефективності та довговічності.

4) Комунікація – надання інформації про стан батареї через інтерфейси.

BMS вибирається в залежності від струму заряду та розряду АКБ, якщо паралельно встановлено декілька батарей, то струм збільшується на кількість батарей і потім вибирається стандартне значення струму BMS. Відповідно, струм АВ, що захищає BMS, повинен бути більшим струму BMS.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Потужності СЕС у 2024 р. зросли на 800-850 МВт – голова ACEY. URL: <https://interfax.com.ua/news/press-conference/1039623.html>.

2. Ломпарт Юрій. Захист сонячної електростанції – запобіжники, автомати, ОПН. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=TWOvsYevKFw>.

3. Ломпарт Юрій. Як вибрати запобіжники та автомати для сонячної електростанції? URL: <https://www.youtube.com/watch?v=D5yOpHNy468>.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВІТРОДИЗЕЛЬНОГО ЕНЕРГОКОМПЛЕКСУ

Добровольський І. П., магістр, e-mail: m.potapenko19@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Потапенко М. В.

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів
і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»

Комбіноване використання дизельних електростанцій (ДЕС) із відновлюваними джерелами енергії є одним з шляхів вирішення проблеми високої вартості палива та екологічної безпеки. Одним з найбільш перспективним варіантом комбінування джерел енергії є вітродизельна електростанція. При цьому ДЕС забезпечує гарантоване живлення електроспоживачів, а вітроенергетична установка (ВЕУ) дозволяє скоротити витрати на паливо та знизити шкідливі викиди у навколишнє середовище.

Доцільність використання ВЕУ визначається двома основними факторами: потенціалом вітрової енергії місцевості розташування об'єкта та графіком навантаження об'єкта.

Оцінка потенціалу вітрової енергії полягає у аналізі даних швидкостей вітру [1]. Аналізується середня швидкість вітру; її зміни протягом доби, місяця, року; визначаються максимальна та мінімальна швидкості вітру; розраховується частота зміни швидкості вітру та повторюваність градацій швидкості вітру.

Вибір потужностей ВЕУ та ДЕС проводиться на основі даних про графіки навантаження та споживання електроенергії об'єктом. Побудова графіків навантаження здійснюється на основі даних про кількість, потужність, коефіцієнти завантаження K_z та коефіцієнти вмикання K_v електроприймачів. Дані коефіцієнти необхідні для розрахунку коефіцієнта використання $K_{вик}$, що враховується при визначенні середньої за місяць споживаної потужності кожного електроприймача:

$$P_{сер} = P_v \cdot K_{вик}, \quad (1)$$

де P_v – встановлена потужність електроприймачів.

Для ефективної роботи вітродизельного енергокомплексу схема спряження джерел та навантаження повинна дозволяти здійснювати три режими роботи, коли споживана об'єктом потужність забезпечується: вітроенергетичною установкою, дизельною електростанцією; паралельною роботою ВЕУ та ДЕС [2].

Найбільш поширеними схемами, що дозволяють вітродизельному енергокомплексу працювати в даних режимах є схеми з'єднання джерел з шиною змінного або постійного струму. Ключовими параметрами під час вибору ВЕУ є: потужність; стартова швидкість вітру, при якій починає обертатися турбіна; вартість та тип генератора. Вартість ВЕУ безпосередньо пов'язана з її потужністю. При зростанні потужності, як правило, збільшується початкова, номінальна, робоча та гранична швидкості вітру. Величина початкової швидкості вітру накладає обмеження на вибір ВЕУ в місцях з невеликою і нестабільною швидкістю вітру.

Необхідно вибирати ВЕУ одного типу і одного виробника для більш зручного обслуговування. Вибір ДЕС залежить від потужності, витрат палива, умов експлуатації та вартості. Робота ДЕС із значним недовантаженням недопустима, тому рекомендується вибирати декілька дизельних генераторів, для можливості відключення частини непрацюючих установок в години мінімуму навантаження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Васько П. Ф. Розрахунок показників технічної ефективності застосування вітроелектричних установок за результатами строкових вимірювань швидкості вітру. *Технічна електродинаміка*, 2001. № 6. С. 45–49.

2. Кудря С. О., Головка В. М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії: навч. посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2011. 184 с.

РЕЖИМИ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ З СОНЯЧНОЮ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЄЮ

Заяц Б. С., магістр, e-mail: gansteaz@gmail.comПопадченко С. А., ст. викл., e-mail: svanp111@btu.kharkov.ua

Державний біотехнологічний університет

Найбільш привабливо серед альтернативних джерел виглядає енергія Сонця. Технології сонячних батарей продовжують розвиватися, забезпечуючи ефективніше перетворення сонячної енергії на електричну. Ось кілька ключових технологій: Кристалічний кремній (с-Si): Це одна з найпоширеніших технологій сонячних батарей, заснована на використанні кремнієвих кристалів, які забезпечують високий рівень ефективності та довговічності. Тонкоплівкові сонячні батареї: Ці батареї створюються нанесенням тонкого шару фотоактивного матеріалу на підкладку. Такі батареї можуть бути гнучкими та легкими, що відкриває нові можливості для їх застосування у різних програмах. Перовскітові сонячні елементи: Перовскіти – це відносно новий клас матеріалів, що мають високу поглинаючу здатність. Для запобігання фінансовим втратам, збиткам, спричиненим незапланованими зупинками технологічних процесів, простоями обладнання, які зумовлені перервами в подачі електроенергії, доцільно передбачити систему резервного електропостачання з використанням сонячних фотоелектричних систем (ФЕС). Щоб посилити потік сонячної енергії, треба збирати її з великої площі за допомогою концентраторів і запасати про запас в акумуляторах. З метою забезпечення гарантованого електропостачання відповідальних споживачів як додаткові потужності, а також для часткової компенсації втрат на ділянках сільських мереж можуть бути використані акумуляторні фотоелектричні станції.

У ході аналітичного огляду акумуляторних фотоелектричних систем електропостачання розглянемо три основні варіанти побудови акумуляторних фотоелектричних систем резервного типу, з'єднаних із мережею. Відповідно до концепції SMA Flexible Storage System («Гнучка система акумуляування»), резервовані навантаження поділяються на керовані та некеровані. При цьому до некерованих (виділених) відносяться навантаження споживачів, перерва в електропостачанні яких неприпустима або небажана. До керованих навантажень відносяться однофазні електроустановки, для яких допустимі перерви в електроживленні. При цьому керування навантаженнями здійснюється за допомогою спеціальних радіорозеток, комутованих сигналами від системного контролера бездротовим каналом передачі даних.

1. Акумуляторна ФЕС резервного типу з мережевим інвертором у ланцюзі нерезервованого навантаження. Резервоване навантаження (РН) у разі відключення мережі (М) підтримується тільки за допомогою акумуляторних батарей (АКБ) через оборотний інвертор.

2. Акумуляторна ФЕС резервного типу з контролером заряду. У разі відключення мережі РН підтримується за допомогою АКБ через ОІ. Сонячні батареї (в денний час) через контролер заряду/розряду (КЗР) заряджають АКБ.

3. Акумуляторна ФЕС резервного типу з мережевим інвертором у ланцюзі резервованого навантаження підвищеної потужності. При відключенні мережі РН отримує основне живлення від АКБ через ОІ та додаткову потужність від СБ через СІ (денний час).

Застосування акумуляторних фотоелектричних станцій як джерел енергії для навантажень, що резервуються, у ряді випадків виправдано з техніко-економічних позицій тим, що забезпечується запобігання або зниження фінансових втрат, збитків, зупинок технологічних процесів, викликаних перервами в електропостачанні.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. SMA Flexible Storage System. URL: <http://www.sma.de/fileadmin/intersolar/FSS/FSSMAPPE-DEN-1421W.pdf>.

АГРОВОЛЬТАІЧНА СИСТЕМА ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ФОТОМОДУЛІВ

Зеленков Д. М., асп., e-mail: zelia12@ukr.net

Галько С. В., канд. техн. наук, доц., e-mail: galkosv@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного

Агровольтаїка – це новий науковий напрямок в с/г, пов'язаний з технологією подвійного використання земель, що передбачає інтеграцію відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) з аграрними системами [1]. В умовах підвищення вартості електроенергії та забезпечення вимог до енергоефективності об'єктів постає завдання створення та впровадження передових рішень, особливо в галузі перетворення ВДЕ, зокрема сонячної, і впровадження їх в агровольтаїчні системи є актуальною задачею.

Мета дослідження – розробка агровольтаїчної системи для зрошення с/г культур на основі циліндричних когенераційних фотоелектричних модулів (ЦКФЕМ).

Для підвищення ККД перетворення сонячної інсоляції пропонується використовувати панелі на основі ЦКФЕМ з рідинним охолодженням, що є перспективним і інноваційним підходом для підвищення ефективності перетворення сонячної інсоляції в електричну, теплову та інші види енергії. При поливі не рекомендується використовувати воду з глибоких артезіанських свердловин, так як вона має температуру +8...10°C, її бажано попередньо прогріти. Цю функцію і виконують ЦКФЕМ. Оптимальна температура ґрунту для зростання і життєдіяльності коренів більшості плодівих і ягідних рослин знаходиться в межах 15...25°C, отже, температура води для поливу повинна бути близька до цих величин [1].

Завдяки ЦКФЕМ, ефективність перетворення сонячної інсоляції зростає, навіть у разі зміни кута падіння сонячного проміння протягом дня. Таким чином, панелі на основі ЦКФЕМ забезпечують більший ККД перетворення сонячної інсоляції, що робить їх перспективним рішенням для впровадження в системах зрошення [2]. Агровольтаїчна система на основі ЦКФЕМ наведена на рисунку 1. В гібридній сонячній ФЕП використовується 14 ЦКФЕМ, які з'єднані паралельно.

Розроблена агровольтаїчна система зрошення с/г культур на основі ЦКФЕМ забезпечує: зрошення с/г культур артезіанською водою, що має температуру 20...25°C і є оптимальною для зростання і життєдіяльності коренів плодівих і ягідних рослин; ГСФЕМ створюють тінь для вирощування культур, допомагаючи утримувати вологу в ґрунті та прискорюючи їх ріст; для збільшення ККД ЦКФЕМ, використовується контур охолодження.

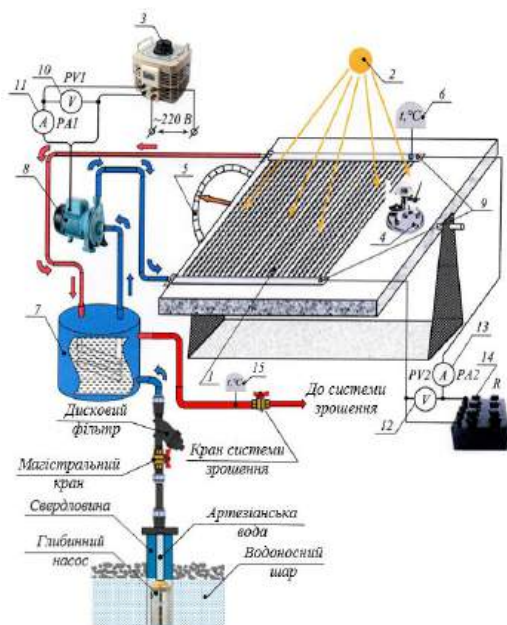


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки агровольтаїчної системи на основі ЦКФЕМ для зрошення с/г культур

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Adeh Elnaz Hassanpour, Selker J.S., Higgins C.W. Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLOS ONE*, 2018. 13(11). P. e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>.
2. Halko S., Halko K., Suprun O., Qawaqzeh M., Miroshnyk O. Mathematical modelling of cogeneration photoelectric module parameters for hybrid solar charging power stations of electric vehicles. 2022 *IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPI Week)*. Kharkiv, Ukraine, 2022. P. 1-6. <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916397>.

МОЖЛИВОСТІ ПЛАТФОРМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ REOPT ПРИ ДОСЛІДЖЕННЯХ ГІБРИДНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ІЗ СЕС

Калужний М. Д., магістр, e-mail: kaluzny.nikita@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мороз О. М.

Державний біотехнологічний університет

Розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в останні роки характеризується стрімким зростанням та технологічним проривом. Згідно з даними Міжнародного агентства з відновлюваної енергії (IRENA), у 2023 році глобальні потужності ВДЕ зросли на рекордні 295 ГВт, причому сонячна енергетика склала понад 60 % цього приросту [1]. Вартість технологій значно знизилася – ціни на сонячні панелі впали на 82 %, а на вітрові турбіни на 45 % з 2010 року, що зробило ВДЕ найдешевшим джерелом енергії в більшості регіонів світу. Особливу увагу приділяється гібридним рішенням, які поєднують сонячні та вітрові електростанції з системами накопичення енергії (СНЕ), що дозволяє забезпечувати стабільне енергопостачання. Крім того, у 2023 році інвестиції у ВДЕ досягли 1,7 трлн доларів, що вперше перевищило інвестиції у традиційну енергетику. Інтеграція СЕС у енергосистеми вимагає інноваційних підходів до планування, які повинні враховувати такі фактори: стохастичний характер генерації, необхідність балансування навантаження, оптимізацію систем накопичення енергії, економічна ефективність прийнятих рішень.

Платформа REopt [2], розроблена Національною лабораторією відновлюваної енергії (NREL) США, пропонує комплексний інструментарій забезпечуючи вирішення таких завдань:

- техніко-економічне моделювання гібридних систем;
- оптимізацію конфігурації СЕС+СНЕ;
- стратегічне планування розвитку енергетичної інфраструктури.

REopt дозволяє ефективно враховувати ці тенденції при проектуванні енергосистем для промислових підприємств, підприємств територіальних громад, домогосподарств.

Функціональні можливості платформи включають:

- 1) Моделювання мультиенергетичних систем з інтеграцією СЕС, стаціонарних та мобільних СНЕ, резервних дизель-генераторів та систем когенерації.
- 2) Оптимізаційні алгоритми для визначення оптимальної потужності СЕС, розрахунку ємності СНЕ, балансування навантаження, мінімізації LCOE (Levelized Cost of Energy – рівномірна вартість енергії).
- 3) Фінансовий аналіз з оцінкою капітальних та операційних витрат, термінів окупності, внутрішньої норми прибутковості (IRR – Internal Rate of Return), чутливості до змін тарифів.
- 4) Ризик-менеджмент з аналізом кліматичних змін, динаміки зміни цін на енергоносії, регуляторних змін.

Для енергетичного сектору України платформа особливо актуальна в питаннях:

- відбудови енергетики;
- децентралізації енергосистем;
- інтеграції до європейського ринку електроенергії;
- впровадження «зелених» аукціонів.

Платформа REopt є потужним інструментом для наукових досліджень у галузі гібридних енергосистем, яка дозволяє імітувати роботу СЕС у різних кліматичних та ринкових умовах, а інтеграція AI-алгоритмів забезпечує високу точність прогнозування і відповідно буде сприяти переходу до стійкої енергетики в Україні.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 2023 Year in Review: Climate-driven Global Renewable Energy Potential Resources and Energy Demand. URL: <https://surl.li/djdjmi>.
2. REopt: A Platform for Energy System Integration and Optimization. URL: <https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/70022.pdf>.

РОЛЬ ENTSO-E В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАБІЛЬНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Котляр О. А., магістрант kotliaroleksandr007@gmail.com

Науковий керівник – проф. Мороз О. М.

Державний біотехнологічний університет

ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) – це об'єднання європейських операторів систем передачі електроенергії (ОСП) зі штаб-квартирою в Брюсселі, яке на некомерційній основі сприяє співпраці європейських ОСП як на загальноєвропейському, так і на регіональному рівнях. Вона координує діяльність ОСП у сферах експлуатації системи передачі, розвитку системи, розвитку ринку та досліджень. ENTSO-E керується Асамблеєю, яка представляє 39 операторів системи передачі. Її робота зосереджена на сприянні завершенню створення та функціонуванню внутрішнього енергетичного ринку електроенергії та транскордонної торгівлі. Крім того, вона відіграє активну і важливу роль у європейському процесі встановлення правил відповідно до законодавства ЄС [1, 2].

Роль ENTSO-E у стабілізації енергетичної системи України набула значної ваги на тлі геополітичних потрясінь, спричинених вторгненням РФ у лютому 2022 року. Історично українська енергосистема була синхронізована з енергосистемами Росії та Білорусі, але війна вимагала швидкого повороту до європейської енергетичної інтеграції. Після вторгнення Україна успішно від'єдналася від російської енергосистеми, ініціювавши терміновий запит на синхронізацію з ENTSO-E, яка планувалася з 2017 року. Цей перехід є ключовим кроком до посилення енергетичної безпеки та стійкості України під війни. Аварійна синхронізація об'єднаної енергетичної системи України з ENTSO-E відбулася 16 березня 2022 року і дозволила надати життєво важливу підтримку Україні в період значних енергетичних труднощів.

Синхронізація ОЕС України з ENTSO-E дозволила Україні експортувати електроенергію європейським партнерам, створивши вигідну ситуацію для обох сторін і обіцяючи гарні перспективи на майбутнє. Міжнародне енергетичне агентство (ІЕА) поглибило свої відносини з Україною після вторгнення Росії, надаючи підтримку та обмінюючись даними й аналізом, щоб допомогти задовольнити нагальні енергетичні потреби країни та розробити плани на майбутнє [3]. Однак енергетична система України залишається вразливою, стикаючись з проблемами, пов'язаними з постійним пошкодженням інфраструктури, змінами в імпорті енергоносіїв та регуляторними складнощами, які впливають на ринкову стабільність та інвестиції. Вирішення цих проблем, а також посилення співпраці з ENTSO-E та іншими європейськими організаціями є важливими для енергетичної стійкості України та її відновленню після війни.

Співпраця між ENTSO-E та Україною виходить за рамки технічної інтеграції; вона включає важливі угоди про надання допомоги в надзвичайних ситуаціях та посилення торговельних можливостей, забезпечуючи більш надійне енергопостачання як для України, так і для ширшого європейського ринку. Партнерство є взаємовигідним, сприяючи підвищенню енергетичної гнучкості та стабільності в умовах ескалації військових загроз. Крім того, постійна підтримка з боку ENTSO-E відіграє важливу роль у допомозі Україні в енергетичному переході, узгоджуючи його з більш широкими європейськими цілями щодо енергетичної безпеки та декарбонізації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Synchronising the energy systems of Ukraine and the EU. URL: <https://dlf.ua/en/synchronising-the-energy-systems-of-ukraine-and-the-eu/>.
2. Ukraine's energy system under attack. URL: <https://surl.li/btuuji>.
3. Batorshyna, A., Ilnytska, N., Biriuk, S., & Herasymenko, I. (2024). Експортний потенціал електроенергетики України та шляхи його реалізації. *Європейський науковий журнал економічних та фінансових інновацій*, 2(14), 399-419. <https://doi.org/10.32750/2024-0236>.

РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ
ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ СЕС ДОМОГОСПОДАРСТВАЛевицький М. Є., бакалаврант, e-mail: mishauser0@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мороз О. М.

Державний біотехнологічний університет

У зв'язку зі збільшенням вартості електричної енергії та постійними відключеннями в об'єднаній енергетичній системі, внаслідок ракетних ударів рф по енергетичних об'єктах України, актуальним є питання будівництва сонячної електростанції домогосподарства (СЕСд). Встановлення СЕСд дозволяє зменшити залежність від централізованого електропостачання та знизити витрати на електроенергію. Однак для ефективної роботи фотоелектричної системи необхідно правильно розрахувати площу, необхідну для розміщення фотоелектричних модулів (ФЕМ). Основними факторами, які впливають на розрахунок потужності СЕСд, а відповідно і площі станції, є кількість електроенергії, що споживається домогосподарством, наявність поверхонь для розміщення ФЕМ, геометричні розміри, потужність та ККД модулів. Середньодобове споживання електроенергії домогосподарством можливо визначити проаналізувавши рахунки за електроенергію або використавши дані лічильника. Наприклад, якщо домогосподарство споживає 300 кВт·год на місяць, то середньодобове споживання $E_{доб} = 10 \text{ кВт} \cdot \text{год}$. Сучасні ФЕМ мають потужність від 300 до 600 Вт, їх ККД становить 18–22 %.

Враховуючи, що генерація СЕС відбувається тільки протягом світлового дня, наприклад, для широти Харкова тривалість світлого дня у червні складає біля 16 годин, а у грудня – біля 7,5 годин, то і генерація СЕС буде різною, так за даними розрахунків у програмі PVGIS [1], генерація СЕС у грудні буде складати 18 % від генерації у червні. Тому визначення потужності СЕС для зимових місяців призведе до завищеної потужності, а для літніх місяців – до заниженої потужності. Раціональним є визначення потужності для середніх значень світлового дня, тобто тривалості біля 12 годин, при яких потужність генерації ФЕМ буде біля 50 %.

Найбільш поширеними на даний час є ФЕМ потужністю 550 Вт, наприклад, Risen Energy RSM144-9-550M, які мають такі геометричні розміри 2279 мм × 1134 мм, таким чином площа одного модуля становить 2,58 м². При визначенні площі поверхні для розміщення ФЕМ необхідно врахувати технологічні проходи між модулями, у випадку їх розміщення на даху, тобто необхідно збільшити площу на 5 %.

Необхідна площа для розміщення ФЕМ залежить від таких факторів: при розміщенні на даху будівлі – яка кількість скатів має дах, які розміри цих скатів, і як можна розмістити модулі (книжний або альбомний варіанти) [2]. Потужність СЕС, яка складатися із декількох підмасивів модулів, буде залежати від кутів нахилу скатів, їх орієнтації відносно сторін світу та затінення від конструктивних елементів будівлі (наприклад, наявність димарів та вентиляційних труб), сусідніх будівель, дерев та інших перешкод. При встановленні ФЕМ на плоскому даху, необхідно враховувати фактор затінення наступних рядів модулів передніми. При близьких відстанях між рядами модулів будуть значні втрати потужності за рахунок затінення в ранкові та вечірні години коли кут сонця над горизонтом буде малим. Для розрахунків генерації СЕС необхідно скористатися спеціалізованими програмами, наприклад, SAM [3].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Photovoltaic geographical information system. URL: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/.
2. Яка площа потрібна для сонячної електростанції? URL: <https://surl.li/nfwsxr>.
3. System Advisor Model (SAM). URL: <https://sam.nrel.gov/>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛІТІЄВИХ АКУМУЛЯТОРАХ

Лисіков О. Ю., асп., e-mail: Alexlysikov2@gmail.comЧервінський Л. С., д-р техн. наук, проф., e-mail: Ichervinsky@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Електрофізичні процеси в літєвих акумуляторах – це складні явища, що відбуваються на мікроскопічному рівні та забезпечують перетворення хімічної енергії в електричну та навпаки. Основними з них є *деполяризація, інтеркаляція, деінтеркаляція*. Повний процес повторюється багаторазово протягом життєвого циклу акумулятора і визначає довговічність та надійність роботи акумулятора.

Об'єкт дослідження: електрофізичні процеси в літєвих акумуляторах.

Суть процесу інтеркаляція та деінтеркаляція іонів літію. Це ключовий процес, що відбувається під час заряджання та розряджання акумулятора. Він полягає у впровадженні (інтеркаляції) іонів літію в структуру електродних матеріалів (зазвичай графіту на аноді та оксидів металів на катоді) та їхньому вивільненні (деінтеркаляції). Механізм процесу наступний: під час розряджання іони літію виходять з анода (графіту), рухаються через електроліт до катода та вбудовуються в його структуру. Під час заряджання відбувається зворотний процес. Цей процес забезпечує перенесення заряду між електродами та визначає ємність акумулятора.

Ефективність та швидкість інтеркаляції/деінтеркаляції впливають на потужність і термін служби акумулятора.

На експлуатаційні характеристики літєвих акумуляторів також впливає твердий електролітний інтерфейс – (SEI) тонка плівка на поверхні анода (зазвичай графіту) внаслідок реакції електроліту з літєм. SEI утворюється під час перших циклів заряджання-розряджання. Вона захищає анод від подальшої деградації внаслідок реакцій з електролітом, але водночас забезпечує проходження іонів літію. SEI відіграє ключову роль у стабільності та терміні служби акумулятора. Її властивості (склад, товщина, структура) значно впливають на характеристики акумулятора.

Вищеперераховані електрофізичні процеси безпосередньо впливають на ключові характеристики літєвих акумуляторів, а саме:

Ємність визначається кількістю іонів літію, які можуть бути інтеркальовані/деінтеркальовані в електроди. *Потужність* залежить від швидкості перенесення іонів літію в електроліті та електронної провідності в електродах. *Термін служби* визначається стабільністю електродних матеріалів, SEI та електроліту, а також здатністю матеріалів витримувати багатократні цикли інтеркаляції/деінтеркаляції. *Безпека експлуатації* залежить від термічної стабільності матеріалів та електроліту, а також від властивостей SEI.

Розуміння цих процесів є важливим для розробки нових, більш ефективних та безпечних літєвих акумуляторів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Zhao Y., Mercier N. B., Byon H. R. An Aqueous Lithium-Iodine Battery with Solid Polymer Electrolyte-Coated Metallic Lithium Anode. *ChemPlusChem*. 2014. Vol. 80, № 2. P. 344–348. doi:10.1002/cplu.201402038.
2. Шембель О. М., Білогуров В. А. Основні характеристики сучасних хімічних джерел струму різних електрохімічних систем. *Сучасна спеціальна техніка*. 2009. № 2(17). С. 66–86.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕЗЕРВНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

Мартишко А. І., магістрант, e-mail: mart78842@ukr.net

Наукові керівники: д-р техн. наук, проф. Мороз О. М., ст. викл. Пазій В. Г.

Державний біотехнологічний університет

Надійне електропостачання є критично важливим особливо для медичних закладів, оскільки безперебійна робота медичного обладнання безпосередньо впливає на якість та ефективність надання медичних послуг. В умовах нестабільного енергозабезпечення зумовленого зокрема військовою агресією російської федерації зростає необхідність у застосуванні резервних джерел живлення для забезпечення безперебійної роботи лікарень та інших медичних установ.

Резервні джерела живлення можна класифікувати на кілька основних типів: дизельні та бензинові генератори, акумуляторні системи безперебійного живлення (UPS), а також альтернативні джерела, зокрема сонячні електростанції та системи зберігання енергії. Оптимальний вибір системи резервного живлення залежить від таких факторів, як потужність споживання, тривалість можливих перебоїв в електропостачанні та економічна доцільність впровадження.

Дизельні генератори є найбільш поширеним рішенням для забезпечення медичних закладів електроенергією під час аварійних відключень. Вони забезпечують значну потужність і можуть працювати протягом тривалого часу. Однак їхні недоліки включають високі експлуатаційні витрати, необхідність регулярного технічного обслуговування та рівень шуму. Дослідження показують, що використання дизельних генераторів у медичних закладах може призводити до збільшення викидів CO₂, що вимагає впровадження екологічно чистіших альтернатив.

Системи безперебійного живлення (UPS) на базі акумуляторів дозволяють покрити короткотривалі перебої електропостачання та забезпечують плавний перехід на резервне живлення. Водночас, їхня ефективність обмежена ємністю акумуляторів та потребою в регулярній заміні батарей. У нещодавніх дослідженнях встановлено, що використання літій-іонних акумуляторів у системах UPS дозволяє збільшити термін служби батарей та підвищити енергоефективність у порівнянні з традиційними свинцево-кислотними акумуляторами.

Альтернативні джерела енергії, такі як сонячні електростанції, у поєднанні з системами накопичення енергії (Energy Storage Systems, ESS), можуть значно підвищити автономність та енергоефективність медичних закладів. Особливо ефективними такі системи є у регіонах з частими перебоями електропостачання. В рамках дослідження було проведено аналіз впровадження сонячних електростанцій у лікарнях, який показав, що комбіноване використання фотогальванічних панелей і ESS дозволяє зменшити витрати на електроенергію до 30 % та підвищити надійність електропостачання.

Одним із напрямів подальших досліджень є розробка методик оптимального проектування комбінованих систем резервного живлення для лікарень. Особливо актуальним є питання інтеграції відновлюваних джерел енергії у резервні системи електропостачання медичних закладів з урахуванням особливостей їхнього енергоспоживання та можливих аварійних ситуацій.

Запровадження резервних джерел живлення у медичних закладах значно підвищує рівень їхньої енергетичної безпеки, дозволяючи забезпечити безперебійну роботу критично важливого обладнання. Оптимальне поєднання різних типів резервного живлення сприяє економічній ефективності та енергонезалежності лікарень, що є надзвичайно важливим у сучасних умовах нестабільного енергозабезпечення. Подальші дослідження в цій галузі сприятимуть розробці ефективніших та екологічно чистіших рішень для забезпечення медичних закладів надійним електропостачанням.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІСТЕЧКА
ЗА РАХУНОК СТВОРЕННЯ ЄДИНОЇ DC-МІКРОМЕРЕЖІ
НА ОСНОВІ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Міщенко Д. О., магістр (аспірант), e-mail: denismishchenko11@gmail.com
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Сталий розвиток енергетичної галузі в Україні є одним із пріоритетних напрямків, що потребує сучасних технологічних рішень та активного впровадження альтернативних джерел енергії. В умовах загроз енергетичній безпеці країни нагальним завданням є розробка ефективних моделей електропостачання. Одним із перспективних шляхів є створення єдиної аварійної DC-мікромережі, яка використовуватиме енергію з відновлюваних джерел для безперервного та стабільного живлення населених пунктів. При цьому надлишок виробленої енергії може бути переданий у централізовану мережу, що дозволить підвищити ефективність використання ресурсів.

Для забезпечення енергетичної незалежності необхідне впровадження новітніх інженерних рішень, що дозволять раціонально використовувати природні ресурси, зменшити вплив на довкілля та підвищити стабільність електропостачання. Розвиток мікромереж, які працюють на основі відновлюваних джерел енергії, є важливим етапом у цьому процесі. Інвестування в альтернативну енергетику та створення локальних аварійних DC-мереж допоможе знизити залежність від централізованих енергосистем і посилити енергетичну стійкість регіонів.

З огляду на актуальність цього питання, у роботі розглядається тема «Гарантування стабільності електропостачання містечка через інтеграцію єдиної аварійної DC-мікромережі на базі відновлюваних джерел енергії з можливістю передачі надлишку в централізовану мережу». Основна мета дослідження – обґрунтування теоретичних і практичних аспектів використання DC-мікромереж як ефективного рішення для стабільного постачання електроенергії. Запровадження таких систем сприятиме зміцненню енергетичної автономності країни, зниженню навантаження на загальнодержавну енергосистему та забезпеченню стабільного живлення навіть за умов кризових ситуацій.

У рамках дослідження передбачається: аналіз основних аспектів функціонування автономних мікромереж; визначення умов інтеграції відновлюваних джерел енергії; розробка рекомендацій щодо впровадження та експлуатації таких систем.

Об'єктом дослідження є сучасні технології у сфері розподіленої енергетики, а предметом – методи їх застосування для формування автономних енергетичних систем. Це сприятиме енергетичній незалежності регіонів, оптимізації ресурсів та забезпеченню стійкого електропостачання навіть у кризових умовах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Алексєнков С. О. Роль і місце паливно-енергетичного комплексу в подвоєнні ВВП України. Київ, 2014. 173 с.

СТАН ЕНЕРГЕТИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВДЕ В УКРАЇНІ

Моголівець А. С., магістр, e-mail: nastylove13.03.06@gmail.com

Науковий керівник – доц. Дудніков С. М.

Державний біотехнологічний університет

Інфраструктура електроенергетики України за час широкомасштабного вторгнення зазнала понад 60 % зруйнувань. Зазнали пошкоджень теплові та гідроелектростанції, основні та локальні електромережі, теплоелектроцентралі, підстанції різних класів напруги, а також інші об'єкти енергетичної інфраструктури. У надскладних умовах працюють атомні станції. Тільки за перші вісім місяців 2024 року загальні втрати електрогенерації перевищили 9 ГВт. Найбільше зниження виробничих можливостей зафіксовано у сфері тепло- та гідрогенерації, про це повідомив міністр енергетики України Герман Галущенко [1]. Тому Україна вимушена імпортувати до 4,6 млрд куб. м природного газу до початку наступного опалювального зимового періоду, 1 листопада 2025 р. Про це повідомив член правління Групи «Нафтогаз» Дмитро Абрамович.

Важливим і дуже складним завданням для держави є необхідність в воєнний час створити основи для подальшого відновлення енергетичної системи.

Значні пошкодження ТЕС сприяють запровадженню сучасних підходів до виробництва енергії з використанням низьковуглецевих технологій. Також важливим завданням залишається розвиток зеленої енергетики [2].

Основними принципами державної стратегії у сфері альтернативних джерел енергії, перш за все, є:

- збільшення об'ємів виробництва і споживання енергії;
- покращення місцевого і глобального стану навколишнього середовища.

Відновлювані джерела енергії можуть бути основою для відбудови енергетичної системи України. Це сприятиме посиленню енергетичної незалежності, скороченню негативного впливу на навколишнє середовище та реалізації нових кліматичних цілей.

Для виробництва електричної енергії в умовах України доцільно використовувати такі види відновлюваних джерел: енергія вітру, енергія сонячного випромінювання, енергія потоку річок, енергія біомаси, термальна енергія Землі. Так, тільки технічно досяжний енергетичний потенціал біомаси в Україні, за оцінками БАУ, оцінюється у еквіваленті 26 млрд куб. м газу [3].

Згідно з Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року, Україна прагне досягти щонайменше 27 % частки відновлюваної енергії, що посилить енергетичну та економічну автономію країни, скоротить залежність від імпорту традиційних енергоносіїв, зменшить викиди парникових газів, сприятиме охороні довкілля та знизить енергоємність внутрішнього валового продукту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Розпорядження від 13 серпня 2024 р. № 761-р. Про затвердження Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року та плану заходів з його виконання. URL: <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. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>

3. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за заг. ред. С. О. Кудрі. Видання третє, оновлене. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. 56 с. URL: https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/atlas_2024_publication.pdf

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВАГ МЕХАНІЗМУ NET BILLING ПЕРЕД «ЗЕЛЕНИМ» ТАРИФОМ

Мотайло М. С., асп., e-mail: maksim.motaylo@gmail.com

Мороз О. М., д-р техн. наук, проф., e-mail: moroz.an@ukr.net

Державний біотехнологічний університет

В Україні відбувається перехід від системи «зеленого» тарифу до механізму Net Billing. Згідно з останніми законодавчими ініціативами [1], зелений тариф буде збережений лише для побутових споживачів із встановленою потужністю до 30 кВт, тоді як для малих непобутових споживачів, комерційних установок та енергетичних кооперативів передбачено перехід до механізму самовиробництва (Net Billing), де компенсація здійснюється за ринковими чи договірними тарифами. Такий перехід має підвищити ефективність використання ВДЕ та зменшити фінансове навантаження на державу — завдяки переходу на ринкові тарифи, Net Billing забезпечує оплату за надлишкову електроенергію на основі фактичних ринкових умов, що допомагає знизити навантаження на державний бюджет, усуваючи необхідність високих субсидій, що є важливим фактором оптимізації витрат в умовах війни.

Унікальність Net Billing полягає в можливості поєднання споживання, генерації та продажу електроенергії в єдиній системі. Споживачі стають активними учасниками енергетичного ринку – термін «активний споживач» введено законом України «Про ринок електричної енергії» [2] – маючи змогу контролювати свої витрати та підвищувати ефективність використання енергоресурсів.

Головною відмінністю нового механізму стимулювання від «зеленого» тарифу є зараховування прибутку активному споживачу на особовий рахунок, про що сказано в Ст. 9⁶ [1]. Такий прибуток неможливо вивести – гроші з нього можуть бути використані для сплати тарифів за електроенергію. Це дозволяє зменшити витрати на електроенергію, забезпечуючи ефективне балансування між споживанням та виробництвом [3].

Уряд України підтримує розвиток відновлюваної енергетики та активізацію споживачів через різноманітні механізми стимулювання, як: легалізація продажу надлишкової електроенергії, завдяки чому власники СЕС можуть продавати електроенергію за ринковими цінами; стандартизація механізмів підключення генеруючих установок до мережі; надання доступу до таких ринкових інструментів, як купівля надлишків енергії на ринку «на добу наперед» (РДН) за актуальною погодинною ціною. Розрахунки за вироблену та спожиту електроенергію здійснюються згідно з фактичними ринковими цінами, що підвищує прозорість та справедливність розрахунків між виробниками, споживачами та операторами систем. Завдяки системі взаємозаліку виробленої та спожитої електроенергії, Net Billing допомагає оптимізувати баланс електропостачання та витрати на покупку енергії ДП «Гарантований покупець».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://salo.li/eFE70fC> (дата звернення: 24.03.2025).
2. Про ринок електричної енергії. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://salo.li/64E648c> (дата звернення: 24.03.2025).
3. Самовиробництво електричної енергії (net billing): базові аспекти реалізації та основи правового регулювання в Україні: інструкція. Офіційний сайт громадської організації «Екоclub». URL: <https://salo.li/eEc20F7> (дата звернення: 24.03.2025).

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ
ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В МЕРЕЖІОберемок Д. О., аспірант, e-mail: dimaoberemok1992@gmail.com

Державний біотехнологічний університет

Сонячні електростанції (СЕС) генерують активну потужність завдяки фотогальванічним панелям. Однак сучасні інвертори, які є частиною СЕС, мають можливість не лише перетворювати постійну напругу в змінну для підключення до електричної мережі, але й коригувати реактивну потужність. Таким чином, СЕС можуть працювати не тільки як джерело активної енергії, а й виконувати функцію компенсації реактивної потужності в мережі. Інвертори СЕС здатні регулювати фазу напруги та струму, що дає можливість генерувати або поглинати реактивну потужність, в залежності від умов мережі. Це дозволяє значно зменшити навантаження на традиційні системи компенсації реактивної потужності, такі як статичні компенсатори або конденсаторні батареї. Інвертори новітніх моделей дозволяють здійснювати це в реальному часі, забезпечуючи більш ефективну взаємодію з мережею та знижуючи потребу в додаткових пристроях для компенсації реактивної потужності.

Використання сонячних електростанцій для компенсації реактивної потужності має кілька значних переваг:

- підвищення ефективності енергетичних мереж;
- зниження потреби в додатковому обладнанні;
- забезпечення стабільності мережі;
- економічні вигоди.

У ДСТУ 8635:2016 є вимоги що до можливості регулювання реактивної потужності промисловими СЕС. Відповідно до даного стандарту промислова СЕС має регулювати свій коефіцієнт потужності від 0.8 до 1 відповідно до вимог центральної мережі [1].

Інвертори СЕС мають коефіцієнт потужності 1. Але при роботі СЕС реактивна складова завжди присутня. Це пов'язано зі споживанням реактивної потужності трансформатором, через які інвертори вмикаються в електричну мережу. Індуктивна складова опору трансформатора є сталою, тому реактивна складова залежить від величини генерації СЕС. Також інвертори можуть змінювати коефіцієнт реактивної потужності за рахунок зменшення активної складової.

Незважаючи на переваги, існують деякі технічні виклики при використанні СЕС для компенсації реактивної потужності. Один із них — це змінюваність вироблення сонячної енергії, яка залежить від погодних умов, часу доби та сезону. Це означає, що необхідно постійно регулювати рівень компенсації реактивної потужності, щоб не виникло перебоїв у роботі мережі [2].

Щоб вирішити ці проблеми, необхідно впроваджувати новітні технології управління енергією та системи накопичення енергії, які дозволяють зберігати надлишкову енергію для використання в періоди низької сонячної активності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 8635:2016. Площадки для фотоелектричних станцій приєднання станцій до електроенергетичної системи. URL: <http://eom.com.ua/index.php?action=downloads;sa=downfile&id=3656>.

2. Бордаков М. М. Компенсація реактивної потужності сонячною електростанцією та вплив на роботу електричної мережі. *Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті*: матеріали XX міжнародної науково-практичної конференції, 15–16 травня 2019 р. / Інститут відновлюваної енергетики НАНУ. Київ, 2019. С. 314–319.

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ СЕС ДОМОГОСПОДАРСТВА ПРИ ЗБІЛЬШЕННІ ЇЇ ПОТУЖНОСТІ

Опаленік А. В., бакалавр, e-mail: tolyanopalenik@gmail.com

Науковий керівник – проф. Мороз О. М.
Державний біотехнологічний університет

В Україні активно розвивається сфера сонячної енергетики, зокрема серед домогосподарств, через кілька ключових причин:

1) Енергетична безпека. Після атак РФ на енергетичну інфраструктуру України в 2022–2023 роках багато домогосподарств шукають альтернативні джерела енергії, щоб забезпечити себе електроенергією під час відключень.

2) Зростання тарифів на електроенергію. В Україні поступово підвищуються тарифи на електроенергію для населення з метою приведення їх до ринкового рівня, що в свою чергу стимулює населення до побудови власних СЕС.

3) «Зелений» тариф. В Україні запроваджено спеціальний «зелений» тариф для стимулювання виробництва електроенергії з відновлювальних джерел, тому домогосподарства, які мають СЕС можуть продавати надлишок електроенергії в мережу.

4) Технологічна доступність. Вартість обладнання для СЕС значно знизилася за останні роки, що робить їх доступними для більшої кількості домогосподарств.

5) Підтримка держави. Уряд України сприяє розвитку відновлюваної енергетики через різні програми та пільги [1].

Ці фактори сприяють активному розвитку СЕС домогосподарств в Україні. Але побудова домашньої СЕС вимагає певних знань. В якості домашньої СЕС розглянемо СЕС домогосподарства, що знаходиться в м. Кропивницькому, і яка була побудована на даху житлового будинку. Станція будувалася у 2 етапи, на першому етапі було встановлено 5 фотоелектричних модулів (ФЕМ) Risen RSM120-8-590M [2] з орієнтацією на схід та кутом нахилу 50°. У якості інвертора був вибраний інвертор POWMR 4500/24, а також були встановлені дві акумуляторні батареї (АКБ) Volt Polska LiFePO4 12,8V 200Ah (150A) з платою балансування BMS 6AKLI20012. Розрахунки генерації цієї СЕС, проведені за допомогою програми PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) [3], показали, що річна генерація буде становити 2474 кВт·год. Досвід експлуатації цієї СЕС у 2023 р. показав, що генерації не достатньо для забезпечення потреб домогосподарства, тому виникла потреба збільшення її потужності. Було прийнято рішення щодо встановлення додатково 5 ФЕМ Risen mono RSM144-9-550M perc half cell [4] на даху будинку зі зворотної сторони даху з орієнтацією на захід. Таким чином було отримано два підмасиви ФЕМ з різною орієнтацією, загальною потужністю 5,7 кВт. Таке розміщення модулів дозволило зробити генерацію СЕС більш рівномірною протягом дня, загальна прогнозна річна генерація станції, визначена за допомогою програми PVGIS, становить 4732 кВт·год. Оскільки інвертор СЕС у першому варіанті мав один MPPT вхід, то виникла необхідність покупки іншого інвертора з двома MPPT входами, тому був вибраний гібридний інвертор Growatt SPF 6000 ES Plus, 48 В, 6000 Вт [5], а також виникла потреба заміни АКБ на напругу 48 В, тому було вибрано літій-іонний акумулятор Dipower 48V/150AH [6].

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. Офіційний вебпортал парламенту України. 2024. URL: <https://surl.gd/lwgovj>.

2. Сонячна батарея Risen mono RSM144-9-550M perc half cell. URL: <https://surl.li/koqqdf>.

3. PVGIS meteorological Data. URL: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/.

4. Сонячна батарея Risen RSM120-8-590M. URL: <https://surl.li/ghwfcj>.

5. Гібридний інвертор Growatt SPF 6000 ES Plus. URL: <https://surl.li/oymdyw>.

6. Акумулятор Dipower 48V/150AH літій-іонний (NMC). URL: <https://surl.li/onksjo>.

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТОПОЛІ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Печенюк В. А., аспірант, e-mail: vasylan911@gmail.com

Науковий керівник – канд. с.-г. наук, с.н.с., доц. Григор'єв В. М.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Тополя є однією з найперспективніших деревних порід для використання у виробництві біопалива. Завдяки своїй здатності швидко рости, накопичувати значну кількість біомаси та адаптуватися до різних умов середовища, вона широко використовується в енергетичному лісівництві. Вивчення її біологічних особливостей дозволяє розробляти ефективні технології вирощування, які забезпечують високу продуктивність при мінімальних витратах.

Однією з основних переваг тополі є її швидкий ріст. За сприятливих умов вона може досягати значних розмірів уже через кілька років після посадки. Це зумовлено високою інтенсивністю фотосинтезу, що сприяє швидкому накопиченню органічної маси. Листя тополі має велику площу, що забезпечує ефективне поглинання сонячного світла та активне продукування біомаси. Стебла цієї рослини відрізняються прямим ростом і значною висотою, що робить її зручною для механізованої заготівлі деревини [4].

Коренева система тополі добре розвинена і здатна швидко засвоювати вологу та поживні речовини з ґрунту. Вона представлена поверхневими і глибшими коренями, що дозволяє рослині адаптуватися до різних типів ґрунтів, у тому числі й до малопродуктивних земель. Важливою особливістю цієї культури є її здатність до вегетативного розмноження – тополя легко відновлюється завдяки живцям і корневим паросткам, що сприяє її широкому розповсюдженню у природі та використанню в лісовому господарстві [3].

Тополя демонструє високу екологічну пластичність. Вона може рости в умовах різного рівня вологості, добре переносить короткочасні посухи та стійка до деяких забруднень довкілля. Завдяки цим властивостям вона часто використовується для рекультивації деградованих і забруднених земель. Додатковою перевагою є її здатність до фіторемедіації – поглинання токсичних речовин із ґрунту та повітря, що робить її корисною для очищення навколишнього середовища [2].

З точки зору енергетичного використання тополя є цінною сировиною для виробництва різних видів біопалива. Її деревина має високу теплотворну здатність і може застосовуватися для виробництва паливних гранул, брикетів, біогазу, а також для термічної переробки методом піролізу або спалювання. Швидке зростання та висока врожайність роблять її економічно вигідним варіантом для створення енергетичних плантацій [1].

Таким чином, тополя є надзвичайно перспективною енергетичною культурою. Її біологічні особливості – швидкий ріст, невибагливість до умов вирощування, екологічна стійкість і висока продуктивність – роблять її цінним джерелом біомаси для відновлюваної енергетики. Використання тополі в біопаливній галузі сприяє зменшенню залежності від викопних джерел енергії та сприяє сталому розвитку сільського господарства й енергетики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Єсіпов О. В. Енергетична тополя як перспективний вид для отримання біомаси. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції ННІ механотроніки і систем менеджменту*. 2020. С. 51–52.
2. Кирилко Я. О. Агроекологічні аспекти створення енергетичних плантацій тополі (*Populus L.*) в умовах Правобережного Лісостепу України. 2023. URL: https://bio.gov.ua/sites/default/files/diser_kyrylko_6.pdf.
3. Нейко І. С., Колчанова О. В. Адаптивність та особливості росту сортів тополі в умовах Поділля. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 7. С. 53–56.
4. Фучило Я. Д., Гайда Ю. І., Сбитна М. В., Фучило Д. Я. Ріст і продуктивність енергетичних плантацій тополі в умовах Західного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. № 25. С. 86–93.

СУЧАСНИЙ РОЗВИТОК ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ: ТЕНДЕНЦІЇ,
ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИПлонка І. О., асист., e-mail: plonka80@gmail.com

Відокремлений підрозділ НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Вітроенергетика – це напрям енергетики, що займається розробкою та впровадженням технологій для перетворення енергії вітру в електричну, механічну, теплову або хімічну енергію. Оскільки вітер є відновлюваним джерелом, вчені працюють над оптимальними методами його використання в різних сферах економіки. Вітрові електростанції можуть бути як малопотужними для приватних господарств, так і великими промисловими комплексами, що підключаються до загальної енергосистеми.

Починаючи з 2000-х років, галузь стрімко розвивається завдяки науковим дослідженням, державній підтримці та зниженню вартості технологій. За даними IRENA, загальна потужність вітрової генерації – як на суші, так і на морі – збільшилася в 98 разів за два десятиліття, з 7,5 ГВт у 1997 році до приблизно 733 ГВт у 2018. Наземна вітроенергетика зросла зі 178 ГВт у 2010 році до 699 ГВт у 2020. Вітроенергетика в Україні активно розвивається, особливо після 2010 року, завдяки інвестиціям, державній підтримці та сприятливим природним умовам. Основні вітрові електростанції зосереджені в південних та прибережних регіонах, таких як Запорізька, Херсонська, Миколаївська та Одеська області. Україна впроваджує сучасні технології та нарощує потужності, прагнучи збільшити частку відновлюваних джерел енергії в енергобалансі. Попри виклики, пов'язані з військовими діями та економічною нестабільністю, сектор вітроенергетики залишається перспективним для майбутнього розвитку.

Основним компонентом вітрових електростанцій є вітрові турбіни, які перетворюють енергію вітру на електрику.

Вітряна турбіна працює за принципом зворотним до вентилятора: замість використання електроенергії для створення потоку повітря, вона, навпаки, використовує вітер для генерації струму. Такі турбіни можуть розташовуватися як на суші, так і у відкритому морі, а їх об'єднання у систему називається вітровою електростанцією.

Існують два основних типи вітроустановок для будівництва електростанцій:

1. *З горизонтальною віссю обертання*, де привідний вал розташований паралельно землі. Це найбільш поширений тип, що може містити від трьох до п'ятдесяти лопатей залежно від швидкості та сили вітру в регіоні.

2. *З вертикальною віссю обертання*, у яких привідний вал встановлений перпендикулярно земній поверхні. Такі установки простіші в монтажі, оскільки не потребують орієнтації за напрямком вітру.

Загалом, вітроенергетика демонструє динамічний розвиток, а її роль у виробництві електроенергії значно зросла. Популярність цієї технології пояснюється тим, що вона не залежить від викопного палива і має мінімальний вплив на довкілля.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Енциклопедія сучасної України. Вітроенергетик. URL: <https://esu.com.ua/article-35020>
2. IRENA. Wind energy. URL: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Wind-energy>
3. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Вітрогенератор. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80>
4. Українська енергетика. URL: https://ua-energy.org/uk/posts/vitroenerhetyka-pidsumky-roku-vid-providnykh-hravtsiv-rynka?utm_source=chatgpt.com

МЕТОДОЛОГІЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД УПРОВАДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Поляк М. І., магістр, e-mail: kolja.poljak@gmail.com

Науковий керівник – доц. Дудніков С. М.

Державний біотехнологічний університет

За наявності значного доступу до використання потенціалу геотермальної в АПК України нарощуються обсяги використання теплових насосів (ТН). Головним стимулом використання ТН є енергонезалежність, довговічність та екологічна чистота. Використання ж автономних ТН на підприємствах АПК викликає в суспільстві суперечливі судження, основне з яких економічна недоцільність відповідних проєктів, що пов'язано з високою собівартістю виробленої енергії [1, 2].

Ціна електроенергії централізованої системи (ЦС) носить умовно постійний характер за часом з тенденцією до збільшення. На відміну від ціни на електроенергію від ЦС собівартість (С) електроенергії від ТН постійно змінюється в сторону зменшення, так як постійно будуть збільшуватися обсяги корисно використаної енергії що пояснюється залежністю:

$$C = \frac{3}{W}, \quad (1)$$

де 3 – загальні капітальні та амортизаційні затрати на ТН, грн;

W – обсяги корисно використаної електроенергії, яка вироблена ТН, кВт·год.

Обсяги корисно використаної енергії від ТН визначається за формулою:

$$W_{\text{ТН}} = \eta K_{\text{НТН}} F \int_0^t \sum g_{jt} dt, \quad (2)$$

де η – загальний ККД теплового насоса, в.о.;

F – площа зовнішнього контуру теплообмінника ТН, м²;

t – час використання навантаження ТН, год.;

n – доба розрахункового періоду j-го сезону, в.о.;

g_{jt} – інтенсивність роботи зовнішнього теплообмінного контуру ТН за часом t n-ої доби j-го сезону, кВт/м²;

$K_{\text{НТН}}$ – коефіцієнт незбігання графіка навантаження споживача з наявністю геотермальної енергії, в.о.:

Величина $K_{\text{НТН}}$ може знаходитись в межах від 0 до 1. Коли $K_{\text{Н}}=0$ – споживач не використовує енергію від ТН, і навпаки, коли $K_{\text{Н}}=1$ – споживач корисно використовує всі обсяги виробленої енергії.

Дослідження функціональних залежностей вироблених ТН обсягів енергії дозволить в процесі проєктування прийняти рішення щодо тривалого прогнозування ефективності використання ТН.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МІСЦЯ ПРИЄДНАННЯ МЕРЕЖЕВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДО РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Пташник І. О., магістр, e-mail: charatyan5@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Зінзура В. В.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Сучасна енергетика України характеризується наявністю значної частки сонячних електростанцій (СЕС). Невиконання умов приєднання СЕС до електричних мереж призводить до збільшення втрат потужності та погіршення якості електроенергії. Особливо гостро ця проблема стосується сільських електричних мереж, пропускна здатність яких, як правило, є значно нижчою в порівнянні з мережами промислових підприємств.

Метою дослідження роботи є зменшення негативного впливу СЕС на якість електроенергії та на рівень втрат потужності в мережі за рахунок визначення оптимальної точки її приєднання до мережі.

Проблема дослідження впливу СЕС на параметри режиму мережі описана в роботах [1, 2]. Проте в зазначених роботах не в повній мірі враховується багатofункціональний вплив СЕС на параметри режиму роботи мереж.

Одним із способів визначення оптимального місця приєднання СЕС до електричної мережі є метод комп'ютерного імітаційного моделювання. На рис. 1 наведена схема комп'ютерної моделі електричної мережі сільськогосподарського підприємства з СЕС.

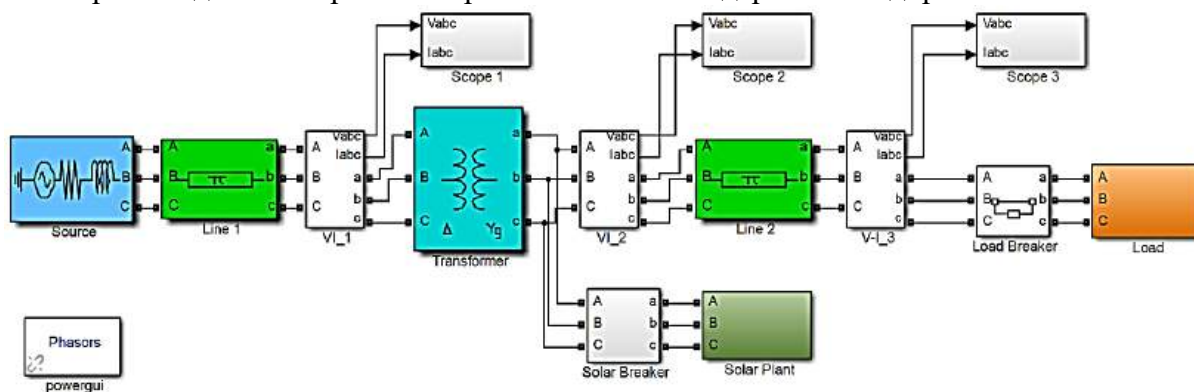


Рисунок 1 – Схема системи електропостачання підприємства з СЕС

Як показали результати комп'ютерного моделювання, для варіанту приєднання СЕС безпосередньо до шин низької напруги трансформатора спостерігаються понаднормові значення усталеного відхилення напруги ($P_i(\Delta U_\phi) = 0,793 < 0,95$). У випадку ж приєднання СЕС до кінця лінії електропередачі (Line 2) значення усталеного відхилення напруги не виходять за нормально допустимі межі. Але при цьому значення втрат електроенергії виявились на 42 % більшими.

Зважаючи на це, можна зробити висновок, що оптимальним місцем приєднання СЕС до мережі є шини низької напруги силового трансформатора, але за умови вжиття заходів із зменшення рівнів усталеного відхилення напруги.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Aderibigbe M., Adoghe A., Agbetuyi F., Aioboman A. (2021). A Review on Optimal Placement of Distributed Generators for Reliability Improvement on Distribution Network. IEEE PES/IAS PowerAfrica, Nairobi, Kenya, pp. 1-5. DOI: 10.1109/PowerAfrica52236.2021.9543266.
2. Khasanov M., Kamel S., Jurado F., Kurbanov A., and Jalilov U. (2023). Photovoltaic-based Distributed Generation Allocation in Distribution Network for Energy Loss Minimization. E3S Web of Conferences, vol. 434. DOI:10.1051/e3sconf/202343401015.

ОСНОВНІ АСПЕКТИ РЕГУЛЮВАННЯ ТА ФУНКЦІЇ
ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ УКРАЇНИ

Рудь М. П., бакалавр, e-mail: rudmari21031995@gmail.com

Науковий керівник – проф. Мороз О. М.

Державний біотехнологічний університет

Ринок електричної енергії в Україні регулюється Законом України «Про ринок електричної енергії» [1], який був прийнятий 13 квітня 2017 року. Цей закон став основою для реформування енергетичного сектору України, сприяючи створенню прозорого, конкурентного та стабільного ринку електричної енергії (ЕЕ). Основні аспекти регулювання включають:

1. Відкритий конкурентний ринок: Закон передбачає створення конкурентного середовища, де учасники ринку можуть вільно укладати договори на купівлю-продаж електроенергії.

2. Сектори ринку: Закон визначає різні сегменти ринку.

3. Роль операторів: Встановлюються повноваження оператора системи передачі (ОСП) та операторів розподільчих систем (ОРС), які відповідають за стабільність та надійність енергосистеми.

4. «Зелений» тариф: Закон регулює питання, пов'язані з підтримкою відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), включаючи «зелений» тариф для виробників електроенергії з ВД.

5. Захист прав споживачів: Закон передбачає механізми захисту прав споживачів, зокрема встановлення прозорих тарифів та умов постачання електроенергії.

6. Інтеграція з ЄС: Закон спрямований на гармонізацію законодавства України з європейськими нормами, що є важливим кроком для інтеграції України в європейський енергетичний ринок.

Енергетичний ринок України складається з кількох ключових секторів, кожен з яких виконує певну функцію в забезпеченні стабільної роботи енергосистеми та задоволенні потреб споживачів. Основними секторами енергоринку є:

1. Ринок двосторонніх договорів – у цьому секторі учасники ринку укладають прямі договори на купівлю-продаж ЕЕ. Це дозволяє гнучко узгоджувати умови та ціни між постачальниками та споживачами поза організованими сегментами ринку.

2. Ринок «на добу наперед» – на цьому ринку здійснюється купівля-продаж ЕЕ на наступну добу. Це допомагає учасникам ринку планувати свої потреби та забезпечує стабільність енергопостачання.

3. Внутрішньо-добовий ринок – тут купівля-продаж електроенергії відбувається безперервно протягом доби. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни в споживанні та виробництві енергії, забезпечуючи баланс ЕЕ у реальному часі.

4. Балансуючий ринок – організовується ОПС електричної енергії з метою балансування енергосистеми в реальному часі. Цей ринок допомагає усувати дисбаланси між виробництвом і споживанням електроенергії.

5. Роздрібний ринок – створений для задоволення потреб споживачів у ЕЕ та пов'язаних послугах. На цьому ринку енергія продається кінцевим споживачам, таким як домогосподарства, підприємства та інші організації.

6. Ринок допоміжних послуг – ОСП закуповує допоміжні послуги для забезпечення надійної роботи об'єднаної енергетичної системи України та належної якості електроенергії. Ці послуги включають резервування потужностей, регулювання частоти та напруги тощо.

Ці сектори разом забезпечують ефективне функціонування енергетичного ринку України, сприяючи стабільності, надійності та економічній ефективності енергопостачання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про ринок електричної енергії: Закон України. Документ 2019-VIII, чинний. Редакція від 09.02.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text>.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК СПОЖИВАЧАМИ АПК

Сологуб-Йосеф Р. Т., магістр, e-mail: denzelsb8@gmail.com

Науковий керівник – доц. Дудніков С. М.

Державний біотехнологічний університет

Енергія біомаси посіла важливе місце в енергетичному балансі багатьох країн світу. Наприклад, в ЄС щорічно 14 % загальної потреби в енергії отримується з біомаси [1].

У травні 2024 року Уряд України ухвалив Закон, який дозволяє торгівлю біометаном і відкриває нові можливості для розвитку біоенергетики. За даними УАБІО, сьогодні в Україні працюють три біометанові установки загальною потужністю 11 млн м³/рік (рис. 1), та на стадії запуску знаходяться ще 7 біометанових установок загальною продуктивністю 111 млн м³/рік.

Розташування: біогазова установка компанії
Галс Агро (Чернігівська обл.)
Початок експлуатації: квітень 2023 р.
Виробництво 3 млн м³ біометану/рік (екв. 1,3
MWt) на базі існуючої біогазової установки
потужністю 6,9 MWt.
Сировина: гноївка, жом цукрового буряку,
кукурудзяний силос
Збагачення: мембранна технологія



Біометановий завод продуктивністю 3 млн.
м.куб/рік біометану.

Перша черга комплексу буде введена в
експлуатацію до кінця 2023.

Локація: Хмельницька область.
Біогаз використовується для виробництва
біометану.

Основні показники біометанового
комплексу:

- Переробка гною свиней, гній ВРХ,
солома, силос.
- Інвестиції – 7,6 млн. євро.
- Інвестиції – 7,6 млн. євро.



Рисунок 1 – Діючі біометанові установки в Україні

Згідно з дослідженнями асоціації УАБІО, середня вартість біометану на європейському ринку становить близько 900 євро/1000 м³, що при собівартості біометану близько 500 євро/1000 м³ забезпечує оптимістичний рівень рентабельності до 28%.

Техніко-економічні показники біометанових установок залежать від багатьох факторів [2]: вартості, складу та виду сировини, капітальних витрат, типу підключення до газової мережі, капітальних і поточних витрат, собівартості реалізації та збагачення біометану. Залежно від усіх цих факторів вартість біометану відповідно може коливатися від 300 до 1100 €/1000 м³. Варто зазначити, що Україна має власні газосховища та потужності з транспортування та зберігання газу, а тому може створити гідну конкуренцію на європейському рівні. Крім того, в Україні є ряд інших факторів, які позитивно впливають на розвиток біометанових технологій:

- не потрібні інвестиції в модернізацію газових мереж (ГТС і ГРС) і газового обладнання (газові пальники, двигуни, турбіни та ін.);
- Україна має розвинену систему газових мереж (ГТС та ГРС);
- структура сільськогосподарських підприємств в Україні сприятлива для виробництва біометану (велика частка великих і середніх підприємств).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕНЕРАЦІЇ
СОНЯЧНИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ З УСТАНОВКАМИ ЗБЕРІГАННЯ ЕНЕРГІЇСотнік О. В., аспірант, e-mail: sidi.leha@gmail.com

Науковий керівник – проф. Мороз О. М.

Державний біотехнологічний університет

Прогнозування вироблення сонячної електроенергії (СЕЕ) відіграє важливу роль в оптимізації роботи сонячних електростанцій, планування енергоспоживання та зниження витрат на зберігання енергії у накопичувачах [1]. Одним з найперспективніших методів прогнозування вироблення СЕЕ є методи машинного навчання (ML), що включають в собі алгоритми ML, такі як лінійна регресія, дерева рішень, випадковий ліс, нейронні мережі тощо. ML – це розділ штучного інтелекту (ШІ), який дозволяє комп'ютерам навчатися на даних і робити прогнози або приймати рішення без програмування [2]. Замість того, щоб писати код для кожного завдання, ML аналізують приклади, знаходять закономірності та використовують їх для роботи з новими даними. ML можуть бути досить точними та гнучкими, але потребують великого обсягу даних на навчання моделі. Цю особливість може забезпечити Python. Дана мова програмування має: наявність бібліотек із широкими функціональними можливостями для обробки даних та ML; простоту синтаксису; можливість зручної інтеграції із системами управління базами даних; мова, інструменти написання програмного забезпечення на ній та бібліотеки належать до вільного програмного забезпечення.

Для використання мови програмування потрібно вибрати платформу (середовище) для розробки. Google Colab – хмарна платформа для створення та розповсюдження рішень в галузі обробки та візуалізації даних, ML та просто програмування мовою Python. Google Colab дозволяє користувачеві працювати над проектами на будь-якому робочому місці (комп'ютері), що має підключення до мережі Інтернет. Робота в Google Colab побудована на принципі блокноту Jupyter Notebook. Суть цього принципу полягає в тому, що програмний код, пояснення до нього і результати роботи містяться в одному просторі, розбитому на комірки. Така логіка особливо зручна для програмування у завданнях моделювання, аналізу даних, наукових дослідженнях, бо всі дані є на одному екрані.

Вихідні дані, з яким потрібно працювати під час вирішення завдань ML, як правило, не дозволяють відразу ж застосувати до них методи ML. Тому необхідно вміти автоматизувати процес очищення даних. Загалом він складається з наступних кроків: читання вихідного файлу; приведення стовпців до необхідних форматів; виявлення та видалення пропусків; виявлення та виправлення викидів; запис отриманого файлу. Для роботи з табличними даними в Python зазвичай використовують бібліотеки NumPy та Pandas.

Їх потрібно підключити: `import numpy as np, import pandas as pd`. Прочитати файл та вивести на екран його можна наступним чином: `input_df = pd.read_excel('/content/solar_raw_data.xlsx') input_df.head()`.

Описані кроки попередньої обробки вихідних даних для навчання та тестування моделі прогнозування генерації сонячної електричної станції (СЕС) з установками зберігання енергії з використанням елементів ШІ можуть бути використані при проектуванні та експлуатації СЕС.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Atyia T., Qasim M. Evaluating the Impact of Weather Conditions on the Effectiveness and Performance of PV Solar Systems and Inverters. NTU Journal of Renewable Energy, 2023. URL: <https://doi.org/10.56286/ntujre.v5i1.551> (дата звернення: 20.03.2025).
2. Kuzlu M., Cali U., Sharma V., Güler O. Gaining insight into solar photovoltaic power generation forecasting utilizing explainable artificial intelligence tools. IEEE Access, 2020. Vol. 8. P. 187814–187823. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/> (дата звернення: 21.03.2025).

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ДОПОМОГОЮ REOPT WEB TOOL: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Тоберт М. Ю., аспірант, e-mail: tobert.mikhail@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мороз О. М.

Державний біотехнологічний університет

Сучасні підприємства України стикаються з проблемою високих витрат на електроенергію та необхідністю впровадження стійких джерел енергії. Інструмент REopt® Web Tool, розроблений Національною лабораторією з відновлюваної енергетики США (NREL) [1], дозволяє оптимізувати використання енергетичних ресурсів, що сприяє зниженню витрат і підвищенню стійкості, надійності та енергоефективності.

Мета досліджень – визначити можливості використання REopt для оптимізації енергоспоживання підприємств, оцінити його ефективність та перспективи впровадження.

REopt є вебінструментом, який дозволяє аналізувати та оптимізувати інтеграцію відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як фотоелектричні модулі (ФЕМ) та акумуляторні системи в енергетичну інфраструктуру підприємства. За допомогою алгоритмів він визначає оптимальні конфігурації систем, мінімізуючи витрати на електроенергію [2]. Першим етапом роботи з вебінструментом є вибір вихідних технічних та економічних параметрів розрахунків, визначення місця розташування об'єкту, вибір відповідних тарифів на електричну енергію, типу будівлі та об'ємів річного споживання електроенергії. Наступним етапом є визначення технічних характеристик ФЕМ, інверторів та акумуляторних батарей. Основні можливості REopt включають в себе оцінку економічної доцільності впровадження ВДЕ та систем накопичення. REopt дозволяє визначити оптимальне поєднання енергетичних ресурсів для мінімізації витрат, а також аналізує потенціал скорочення викидів CO₂ при використанні параметру Clean Energy [2]. Крім того, вебінструмент допомагає оцінити варіанти підключення до зовнішньої електромережі та можливості застосування мікромереж. Підприємства з високим енергоспоживанням можуть використовувати REopt для моделювання сценаріїв інтеграції сонячних електростанцій (СЕС) та акумуляторних систем, що дозволяє знизити пікові навантаження на мережу, зменшити витрати на електроенергію та підвищити надійність електропостачання. Вебінструмент також дозволяє оцінити доцільність СЕС, вітрових турбін, комбінованих теплоелектростанцій (СНР) та інших альтернативних технологій для оптимізації енергоспоживання та підвищення енергоефективності підприємства.

Результатами модулювання є визначення оптимальних параметрів СЕС, потужності та ємності акумуляторної батареї, а також потенційної економії коштів на строк життєвого циклу ФЕМ (25 років). Крім цього, REopt моделює детальний графік продуктивності системи на перший рік роботи зі всіма параметрами.

REopt є ефективним інструментом для аналізу та оптимізації енергетичних рішень на підприємствах. Його використання дозволяє скоротити енергетичні витрати, підвищити стійкість і надійність енергетичної системи та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. REopt Web Tool | REopt Energy Integration & Optimization | NREL. (2025). URL: <https://surl.gd/dwbtrh>.
2. Setting Energy Goals in REopt | REopt: Renewable Energy Integration & Optimization | NREL. (2025). URL: <https://surl.li/wdwppli>.

МЕТОДИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ МЕРЕЖАМИ З РОЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ

Тоберт О. Ю., аспірант, e-mail: tobert.sasha@gmail.com
Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Мірошник О. О.
Державний біотехнологічний університет

У сучасних електричних мережах спостерігається зростання впровадження розосереджених джерел енергії (РДЕ), таких як сонячні, вітрові та малі гідроелектростанції, що зумовлює необхідність розробки та впровадження методів оптимального керування для забезпечення надійності, ефективності та стабільності роботи електричних мереж.

Одним із підходів до оптимального керування є коригування потоків потужності в локальних електричних системах з різнотипними відновлюваними джерелами електроенергії. Це досягається шляхом оптимального керування потужністю генерування РДЕ, що дозволяє наблизити потекорозподіл в секціонованій електричній мережі до оптимального за втратами електроенергії. Такий підхід сприяє зменшенню втрат та підвищенню ефективності роботи мережі [1].

Розвиток технологій інтелектуальних мереж (Smart Grid) відкриває нові можливості для оптимального керування електричними мережами з РДЕ. Інтелектуальні системи дозволяють здійснювати моніторинг та аналіз параметрів мережі в режимі реального часу, що забезпечує оперативне реагування на зміни та підвищує надійність електропостачання.

Застосування технологій інтелектуальних мереж на основі концепції Smart Grid сприяє підвищенню ефективності та стабільності роботи електричних мереж з розосередженими джерелами енергії. Ефективне керування електричними мережами з РДЕ потребує врахування змінних параметрів системи, таких як коливання генерації відновлюваних джерел та зміни навантаження. Методи оптимального керування, які враховують ці змінні параметри, дозволяють забезпечити стабільність та надійність роботи мережі, а також мінімізувати втрати електроенергії [2].

Окрім цього, розвиток Smart Grid передбачає інтеграцію систем прогнозування попиту та генерації, що ґрунтуються на технологіях машинного навчання та штучного інтелекту. Такі системи дозволяють більш точно прогнозувати споживання електроенергії та адаптувати роботу мережі до змінних умов у реальному часі. Таким чином, інтеграція технологій Smart Grid у електричні мережі з РДЕ сприяє підвищенню ефективності, гнучкості та надійності енергосистеми, що є ключовим кроком до створення сталого енергетичного майбутнього.

Оптимізація режимів роботи електричних мереж з РДЕ включає дослідження впливу розосереджених джерел електроенергії на якість функціонування мереж, зокрема на режими їх роботи та втрати електроенергії. Методи динамічного програмування та варіаційного числення застосовуються для оптимального керування динамічними системами, включаючи електричні мережі з РДЕ [3]. Ці методи дозволяють знаходити оптимальні стратегії керування, враховуючи стохастичні зміни в системі, що забезпечує ефективне та надійне функціонування мережі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лежнюк П.Д., Рубаненко О.В., Гунько І.В. Оптимізація режимів електричних мереж з відновлюваними джерелами енергії. Вінниця: ВНТУ, 2017. URL: <https://surl.li/plmyor>.
2. Лежнюк П.Д., Рубаненко О.О., Гунько І.О. Керування режимами секціонованих розподільних електричних мереж з відновлюваними джерелами енергії. Вінниця: ВНТУ, 2020. URL: <https://surl.li/bjcdna>.
3. Distributed Energy Resource Management Systems (DERMS) for Modern Grids – 2022. URL: <https://surl.li/fjkebo>.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЗА НАПРУГОЮ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Хоменко І. В., д-р техн. наук, проф., e-mail: igor.v.khomenko@gmail.com

Шкрібела А. В., аспірант, e-mail: andrii.shkrebela@ieee.khpi.edu.ua

Орлов В. С., аспірант, e-mail: viktor.orlov@ieee.khpi.edu.ua

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Представлено дослідження впливу регулювання напруги на втрати електричної енергії у розподільчій електричній мережі з урахуванням роботи альтернативних джерел енергії. Об'єктом дослідження є фрагмент реальної мережі 35–110 кВ, що містить замкнену схему 110 кВ з відгалуженнями 35 кВ. Дослідження актуальне в умовах зростання частки децентралізованої генерації, яка змінює характер навантаження і призводить до переходу окремих вузлів у режим генерації.

Моделювання режимів здійснено за допомогою розрахункової програми «Режим», з варіюванням напруги в базисному вузлі у діапазоні від 114 до 120 кВ. Для кожного варіанта виконувались розрахунки усталених режимів з фіксацією втрат потужності по всіх ділянках мережі.

За результатами моделювання встановлено, що підвищення напруги в базисному вузлі на 5% (до 120 кВ) дозволяє зменшити сумарні активні втрати електроенергії у мережі 110 кВ з 0,136 до 0,124 МВт (на $\approx 8,8\%$), а в мережі 35 кВ – з 0,158 до 0,148 МВт (на $\approx 6,3\%$). У той же час, сумарні реактивні втрати зменшуються на 10% у мережі 110 кВ і на 5% у мережі 35 кВ. Загальні втрати зменшуються з 0,294 до 0,272 МВт.

Аналіз впливу напруги на окремі вузли показав, що найефективнішим є регулювання саме у балансуючому вузлі. Зокрема, вузли, які за рахунок альтернативної генерації працюють у режимі генерації, суттєво впливають на баланс потужності та змінюють оптимальні параметри режиму.

Отримані результати доводять доцільність застосування активного регулювання напруги як інструменту зменшення втрат та підвищення енергоефективності в розподільчих мережах з урахуванням інтеграції ВДЕ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зменшення кількості спрацювань системи РПН трансформатора в електричній мережі з джерелами розосередженого генерування / О. С. Яндульський та ін. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2017. № 5(135). С. 69–73.
2. Хоменко І. В., Федосеєнко О. М., Стасюк І. В. Підвищення надійності пристроїв РПН силових трансформаторів. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2017. № 170. С. 60–71.
3. Гаєвський О. Ю., Магада В. В., Ужейко С. О. Методи гармонічного аналізу вихідної напруги інвертора в реальному часі. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2014. № 3. С. 72–77.

СЕКЦІЯ 3. ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА РОБОТОТЕХНІКА

УДК 636:621.867

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ХОЛОДИЛЬНО-КОМПРЕСОРНОЇ УСТАНОВКИ ОВОЧЕСХОВИЩА

Балянція Д. Р., магістр, e-mail: Dbalianytsia@gmail.com
Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.
Державний біотехнологічний університет

Аналіз існуючих технологій зберігання овочів протягом осінньо-зимового періоду пов'язані із умовами створення штучного вологісно-температурного режиму в холодильній камері завдяки застосування холодильно-компресорної установки. Зокрема у камері для охолодження та зберігання овочів розміром 6,0х3,0 м охолоджуються овочі в пластикових ящиках (рис. 1). Відповідно рекомендаціям, середня температура повітря у камері за цикл охолодження становить 0 °С. Навантаження на 1 м² площі підлоги камери згідно з нормативами становить 400 кг/м², тоді ефективна ємність холодильної камери для завантаження овочів становить 7,2 т. Тоді, тривалість процесу охолодження упакованих у тару (пластикові ящики) овочів знаходимо за формулою:

$$\tau_{\text{ох}} = \frac{1}{m} \ln \frac{t_1 - t_{\text{сер}}}{t_2 - t_{\text{сер}}}$$

де m – темп охолодження середовища с⁻¹; $t_{\text{сер}}$ – температура охолоджувального середовища, °С; t_1 – початкова температура продукту, °С; t_2 – кінцева температура продукту, °С;

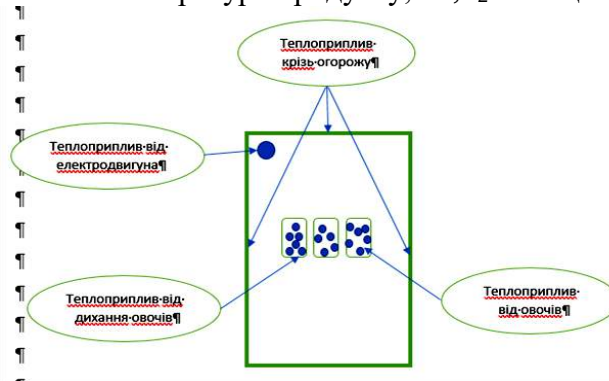


Рисунок 1 – Джерела теплового навантаження в холодильній камері

Відповідно проведених розрахунків тривалість охолодження складає 25 год при загальній спожитій потужності близько 12,0 кВт. Однак у камеру для охолодження овочів завантажуються при середній температурі + 25 °С і їх необхідно охолодити до температури + 6 °С. Крім того, слід враховувати, що в камері постійно відбувається зміна об'єму продукції яка зберігається за рахунок її споживання торговельними мережами. Основними недоліками існуючої системи керування установкою є низька її енергоефективність використання обладнання. Нове технічне рішення ґрунтується на використанні частотно-регульованого електроприводу з елементами мікропроцесорного керування компанії *Schneider Electric*. В якості основного керуючого вузла використовується програмний логічний контролер типу *Twido*, зв'язок з оператором здійснюється за допомогою панелі людино-машинного інтерфейсу *Magtis*, що дозволить скоротити витрати електроенергії майже на 23 %.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електропривод і автоматизація / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко та ін. Київ: Аграр Медія Груп, 2013. 586 с.

2. https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwj0_9yVz6eMAxV5kIMHHWrOFYEYA BABGgJlZg&co=1&gclid=Cj0KCCQjwy46_BhDOARIsAIvmcwPf9xhcmobti6YM-MQQIRdFpWhFkjsQDY6twPertUbAeYHwKyaibYaAIBGEALw_wcB&sig=AOD64_0GWgBqxaOn-fN8MQ0Te3KLrzs

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ
АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ
В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Біляков Д. О., студ., e-mail: danyabelyakov40@gmail.com

Науковий керівник – Шевякова О. В.

Красноградський аграрно-технічний фаховий коледж ім. Ф. Я. Тимошенка

Для оцінки працездатності асинхронних двигунів (АД), що застосовуються в сільськогосподарському виробництві, в даний час існують наступні методи діагностування: інструментальний; вібраційний; віброакустичний; тепловий; спектральний аналіз фазних струмів. Інструментальний метод діагностування АД передбачає випробування машини при номінальних параметрах, таких як: номінальне навантаження при номінальній температурі навколишнього середовища та відповідному хімічному складі, номінальному рівні вібрації та навантаженні на підшипники, номінальному числі пусків, реверсів та гальмування. Під час випробувань вимірюються такі електричні величини, як струм, напруга, потужність, ККД, активний опір обмоток, колектора, щіток та ізоляції. Ізоляція обмоток електричних машин піддається також перевірці на електричну міцність при підвищеній напрузі. До недоліків інструментального метода можна віднести необхідність часткового розбирання двигуна та перерва у роботі устаткування на час випробувань.

Сучасні методи вібраційної діагностики базуються на аналізі вібрації працюючих машин та обладнання. Цей спосіб дозволяє виявляти більшість можливих несправностей машини задовго до виникнення аварійної ситуації. Основні недоліки цього метода: дорожнеча, не універсальність та неможливість контролю стану ізоляції обмотки електричної машини.

Тепловий метод діагностування дозволяє визначити параметри теплових процесів, що відбуваються в електродвигуні при порушеннях нормальних режимів роботи. До недоліків теплового метода відносять складність реалізації контролю стану рухомих елементів, необхідність встановлення датчиків у важкодоступних місцях та велика тривалість.

Віброакустичний метод діагностики заснований на вимірюванні віброакустичних параметрів корпусу машини та її вузлів, що рухаються. Даний метод дозволяє виявити дефект, що розвивається, на дуже ранній стадії і дає можливість прогнозувати аварійну ситуацію та обґрунтовано планувати терміни ремонту обладнання. До основних недоліків слід віднести: низьку захищеність від перешкод акустико-механічного характеру; складність виконання діагностичного завдання; складність виявлення джерел підвищеної віброактивності; складність діагностування акустичного сигналу.

Метод спектрального аналізу фазних струмів, заснований на виявленні спектра струму характерних частот визначеної величини, що відповідають конкретному типу ушкодження. Даний метод дозволяє отримати достовірну інформацію про вид дефекту та ступінь його розвитку. Однак, через появу хибних гармонік, які виникають в електричній мережі, результати діагностики спотворюються.

Розглянуті методи діагностування дозволяють отримати інформацію про стан окремих вузлів, але не дають загальної оцінки працездатності електродвигуна в цілому. Для вирішення цього питання необхідно скористатись евристичним методом оцінки технічного стану, що ґрунтуються на експертних оцінках, спрямованих на отримання від спеціалістів інформації, аналізу та узагальнення, з метою підготовки та вибору раціональних рішень. На підставі цього рішення розробляється комплексний показник, що дозволяє кількісно оцінити технічний стан АД з урахуванням його якісних показників.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чорний О. П., Зачепа Ю. В., Титюк В. К., Чорна О. А. Моніторинг і діагностика електромеханічних об'єктів: навчальний посібник. Кременчук, 2019. 122 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В ГАЛЬВАНІЧНОМУ ЦЕХУ

Бублій А. М., бакалавр, e-mail: andrejbublij@gmail.com

Науковий керівник – доц. Хандола Ю. М., e-mail: xandola@btu.kharkov.ua

Державний біотехнологічний університет

Припливна загальна вентиляція забезпечує подачу чистого зовнішнього повітря у приміщення. При цьому видалення забрудненого повітря здійснюється через вентиляційні отвори, фрамуги, дефлектори. Даний вид механічної вентиляції застосовується у виробничих приміщеннях зі значним тепловиділенням і низькою концентрацією шкідливих речовин.

Витяжна загальна вентиляція застосовується у виробничих приміщеннях, в яких відсутні шкідливі речовини, а необхідна кратність повітрообміну є невеликою, а також у допоміжних, побутових та складських приміщеннях.

Місцева припливна вентиляція при якій здійснюється концентрована подача припливного повітря заданих параметрів (температури, вологості, швидкості руху), виконується у вигляді повітряних душів, повітряних та повітряно-теплових завіс.

Повітряні та повітряно-теплові завіси призначені для запобігання надходження в приміщення значних мас холодного зовнішнього повітря при необхідності частого відкривання дверей чи воріт.

Місцева витяжна вентиляція забезпечує вловлювання шкідливих виділень (газів, парів, пилу) безпосередньо в місцях їх виділення, а відтак запобігає їх поширенню в приміщенні. У промисловості застосовують різноманітні місцеві відсмоктувачі, які можна умовно поділити на відсмоктувачі відкритого та закритого типу.

Конструкція місцевої витяжки повинна забезпечити максимальне вловлювання шкідливих виділень при мінімальній кількості вилученого повітря. Крім того, вона не повинна бути громіздкою та заважати обслуговуючому персоналу працювати і наглядати за технологічним процесом. Основними чинниками при виборі типу місцевої витяжки є характеристики шкідливих виділень (температура, густина парів, токсичність), положення робітника при виконанні роботи, особливості технологічного процесу та устаткування.

У випадках, коли джерело шкідливих викидів можна помістити всередині простору, обмеженого стінками, місцеву витяжну вентиляцію влаштовують у вигляді витяжних шаф, фасонних укріплень, витяжних камер.

Якщо за умовами технології або обслуговування джерело шкідливих випарів не можна ізолювати, тоді встановлюють витяжний зонт або всмоктувальну панель. При цьому потік повітря, що видаляється, не повинен проходити через зону дихання робітника.

Окремим випадком місцевої витяжної вентиляції є бортові відсмоктувачі, якими обладнують ванни (гальванічні, травильні тощо) чи інші ємності з токсичними рідинами, оскільки необхідність використання при їх завантаженні підйнятно-транспортного обладнання унеможливорює облаштування витяжних зонтів чи всмоктувальних панелей.

Для гальванічного цеху ми вибираємо місцеву витяжну вентиляцію. Вона дає можливість швидко і ефективно вилучати шкідливі речовини, що виділяються в процесі виробництва.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Барало О. В., Самойленко П. Г., Гранат С. Є., Ковальов В. О. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2010. 557 с.

2. Синявський О. Ю., Савченко П. І., Савченко В. В., Лавріненко Ю. М., Ільчов І. П., Хандола Ю. М. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 586 с.

СИСТЕМА СТАБІЛІЗАЦІЇ НАТЯГУ ДРОТУ НА ЕЛЕКТРОПРИВОДІ НАМОТУВАЛЬНОГО АПАРАТА

Власов А. О., бакалавр, e-mail: tte_nniekt@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.

Державний біотехнологічний університет

Процес намотування дроту вимагає високої точності, оскільки неконтрольовані зміни натягу можуть призвести до обриву, деформації або нерівномірного укладання матеріалу. Стабілізація натягу дроту є ключовою задачею системи електроприводу намотувального апарату. У статті розглянуто принципи стабілізації натягу, методи регулювання та вибір електроприводу.

Щоб забезпечити якісне намотування дроту, система повинна відповідати таким вимогам:

- Постійний контроль натягу – важливо підтримувати стабільний натяг дроту під час всього процесу намотування.
- Адаптивне регулювання швидкості електроприводу – залежно від діаметра намотуваного матеріалу та швидкості подачі.
- Захист від обривів – швидке реагування на зміну параметрів натягу дозволяє уникнути розривів дроту.
- Гнучкість налаштувань – можливість змінювати параметри для роботи з різними видами матеріалів [1].

Для системи стабілізації натягу дроту зазвичай використовуються такі типи електроприводів:

1. Асинхронний двигун з частотним регулюванням – забезпечує стабільну швидкість і дозволяє плавно змінювати натяг.
2. Серводвигун – оптимальний варіант для високоточної стабілізації натягу завдяки високій швидкодії та зворотному зв'язку.
3. Прямий електропривод (Direct Drive) – використовується для високоточних намотувальних систем без редукторів, що мінімізує механічні втрати.

Вибір конкретного приводу залежить від швидкості намотування, необхідної точності та особливостей виробництва.

Система стабілізації включає такі основні компоненти:

- Електропривод (серводвигун або асинхронний двигун з перетворювачем частоти).
- Датчики натягу – тензодатчики або роликові системи вимірювання натягу.
- Контролер – програмований логічний контролер (ПЛК) або спеціалізований мікроконтролер.
- Зворотний зв'язок – забезпечує корекцію швидкості намотування для підтримки стабільного натягу.

Алгоритм роботи системи. Датчик натягу визначає силу натягування дроту. Сигнал з датчика надходить до контролера. Контролер обробляє дані та коригує швидкість обертання електроприводу. У разі перевищення допустимого рівня натягу система або зменшує швидкість, або тимчасово зупиняє намотування. При досягненні необхідного рівня натягу намотування відновлюється або прискорюється [1].

Система стабілізації натягу дроту є важливим елементом намотувального апарату, що забезпечує рівномірність укладання, запобігає обривам і дефектам. Оптимальне рішення включає застосування серводвигуна із зворотним зв'язком і адаптивного регулювання швидкості на основі даних від датчиків натягу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електропривод і автоматизація / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко та ін. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 586 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ШНЕКОВОГО ЗМІШУВАЧА ЛІНІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Воропаєв Ю. С., магістр, e-mail: Voropaev1201@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Промислове обладнання ліній виготовлення кондитерських виробів такого призначення зараз часто застосовується в харчовій промисловості. Зокрема, промислова лінія з вбудованим обладнанням для змішування сухих продуктів, або окреме обладнання значною мірою здатні полегшити виробництво продукції, а також збільшити обсяг, і що найголовніше – її якість. Сучасний змішувач – це спеціальне обладнання, яке може ефективно використовувати у виробництві кондитерських виробів, основним завданням його є забезпечення однорідності і рівномірності змішування різних компонентів, що досягається завдяки ретельно розроблюваній конструкції. Обладнання для змішування сухих харчових сумішей, поділяють на вертикальні, конусні, вакуумні безперервної дії. Кожен варіант має свої основні функції, показники продуктивності, що потрібно враховувати в процесі здійснення безпосередньо самого вибору. Переваги обладнання для змішування є наступними: простота та зручність очищення після роботи; герметичність обладнання; високі показники безшумності; високий рівень однорідності суміші, що впливає на якість процесу змішування [1].

Аналіз науково-технічної літератури показує, що в більшості кінематичні схеми змішувачів для виготовлення кондитерських виробів носять складний характер, вони мають два і більше робочих органів, причому кожний із них може мати різну частоту обертання електроприводу робочого органу, виходячи із умови: $n_{\text{дв}} \geq i \cdot n_{\text{ро}}$, де $n_{\text{ро}}$ – частота обертання робочого органу машини. Однак, основною характеристикою електропривода машини є навантажувальна діаграма змішувача, яка визначається його призначенням, режимом, роботи фізичними параметрами інгредієнтів, від якої залежить механічна характеристика і момент опору на валу двигуна [2].

У разі налаштування системи керування електроприводом змішувача в лінії виготовлення кондитерських виробів доцільно змінювати частоту обертання в межах від n_1 до n_2 з урахуванням механічних характеристик електричного двигуна та сипучості інгредієнтів можливо при використанні двигунів постійного струму, в яких регулювання відбувається завдяки напівпровідникового перетворювача змінної напруги U_m в постійну U_{const} (рис. 1) [3].

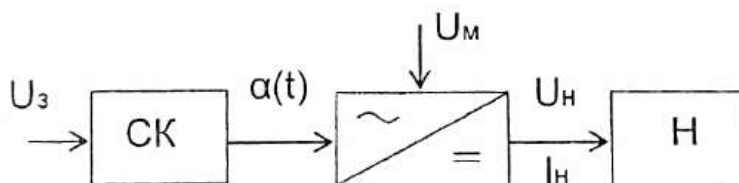


Рисунок 1 – Функціональна схема керованого напівпровідникового перетворювача змінної напруги U_m в постійну U_{const}

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://gvp.com.ua/ua/kataloh/obladdnannya-dlya-pakuvannya-v-kartonnu-taru-z-vertikalnym-zavantazhennyam>
2. Акимов Л. В., Качанов П. А., Черенов А. Н. Автоматизированный электропривод: элементы, теория системы управления. Харків: Підручник НТУ «ХПІ», 2011. 532 с.
3. Щербак Я. В., Івакіна К. Я. Основы теории автоматического регулирования электромеханотронных систем. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 222 с.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИПЛИВНО-ВИТЯЖНОЮ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ НА БАЗІ КОНТРОЛЮ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИМ ПРИВОДОМ

Гаврилін О. А., e-mail: gavrilin@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Міленін Д. М.

Державний біотехнологічний університет

Підвищення ефективності систем припливно-витяжної вентиляції є ключовим завданням для економії енергоресурсів у великих будівлях. Традиційне локальне регулювання часто не враховує реальні умови повітряного та теплового балансу, а також зовнішні погодні параметри, що знижує ефективність роботи системи. Використання сучасних комп'ютеризованих систем управління дозволяє автоматизувати процеси за принципом зворотного зв'язку. Це забезпечує оптимальний тепловий режим приміщень і підвищує надійність роботи вентиляційних систем.

Основні технологічні функції управління системою припливно-витяжної вентиляції охоплюють кілька ключових аспектів, що забезпечують стабільну та ефективну роботу системи. По-перше, контроль і реєстрація параметрів є базовою складовою, оскільки постійний моніторинг температури, тиску в трубопроводах і на виходах теплообмінників, а також вимірювання концентрації шкідливих речовин дозволяє оперативно виявляти відхилення від норми та забезпечувати стабільний режим роботи вентиляції. По-друге, оперативне та програмне керування включає розробку алгоритмів послідовного пуску і зупинки обладнання, що враховує специфіку роботи різних пристроїв та мінімізує негативний вплив пускових струмів на електричну мережу. Важливим аспектом є також режим «зима-літо», який дозволяє адаптувати систему до сезонних змін і варіацій теплових навантажень у приміщенні.

Крім того, впровадження захисних функцій і блокувань дозволяє своєчасно виявляти аварійні ситуації, такі як перевантаження, збої в роботі вентиляторів чи фільтрів, та автоматично ізолювати пошкоджені ділянки для запобігання подальшим ушкодженням обладнання. Регулюючі функції, що базуються на замкнених контурах регулювання, забезпечують підтримання заданих параметрів вентиляції навіть у разі змін зовнішніх умов, що сприяє адаптивному управлінню системою. Особливе значення має застосування частотно-регульованих електроприводів, які дозволяють регулювати швидкість обертання вентиляторів, що забезпечує не тільки плавний запуск двигунів, але й значну економію електроенергії та оптимізацію загальної роботи системи. Окрім цього, інтеграція систем дистанційного моніторингу дозволяє оперативно реагувати на зміну умов експлуатації та прогнозувати потенційні збої. Сучасні технології віддаленого контролю сприяють більш ефективному використанню ресурсів і зниженню витрат на технічне обслуговування. Додаткове застосування інтелектуальних алгоритмів аналізу даних дозволяє оптимізувати роботу системи в режимі реального часу, забезпечуючи високий рівень автоматизації та безпеки експлуатації вентиляційних систем.

Впровадження автоматизованих систем управління і частотно-регульованих електроприводів сприяє значному підвищенню ефективності роботи систем припливно-витяжної вентиляції. Оптимізація вентиляційних систем сприяє підвищенню безпеки та комфорту в експлуатованих будівлях. Результати дослідження відкривають нові можливості для подальшого удосконалення систем автоматизованого управління вентиляцією.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кутін В. М., Ілюхін М. О., Кутіна М. В. Діагностика електрообладнання: навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 161 с.
2. Погодин В. І. Системи вентиляції та кондиціювання повітря: навч. посібник. Київ: Техніка, 2011. 250 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ОПАЛЮВАЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

Гайдукевич С. В., ст. викл., e-mail: SoleykoS@i.ua

Семенова Н. П., ст. викл., e-mail: 0677524248@ukr.net

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Покращення санітарно-гігієнічних умов утримання свиней на дорощуванні та відгодівлі залишається проблематичним питанням [1], оскільки це безпосередньо впливає на здоров'я тварин, їх продуктивність та безпеку продуктів тваринництва.

Для створення оптимального мікроклімату було розроблено універсальну установку з теплообмінником, в якій передбачено два режими роботи: літній і зимовий. В зимовий період вмикався електрокалорифер, а в літню пору року по системі охолодження пропускалася вода, яка охолоджувалася в холодильній системі. Для зменшення енерговитрат проведено удосконалення системи охолодження універсальної теплоventильної установки на базі термодинамічного циклу Майсоценко. Поєднання системи охолодження та системи опалення в одній установці на базі циклу Майсоценка дає можливість як охолоджувати повітря так і нагрівати його шляхом керування повітряними потоками та зміною режимів роботи камери в залежності від зміни зовнішнього середовища (рис. 1).

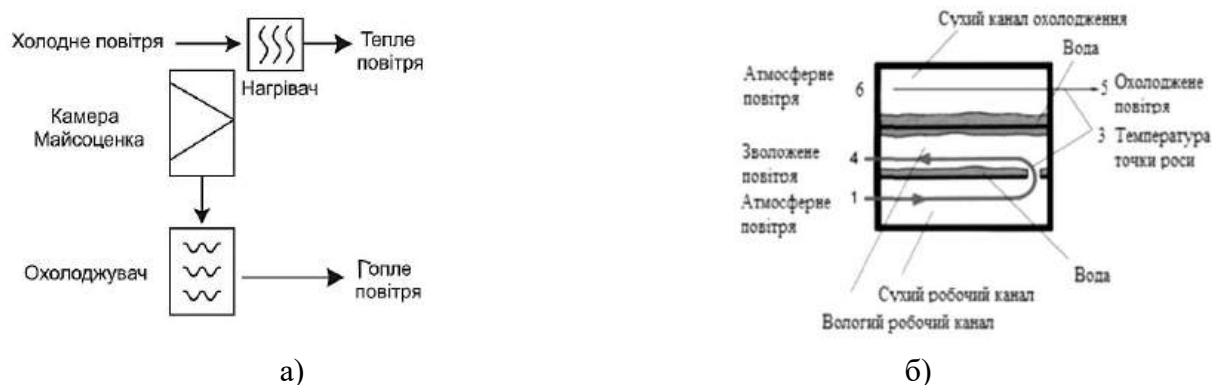


Рисунок 1 – Схема системи обробки повітря на основі камери Майсоценка:
а) нагрівання та охолодження повітря; б) камера Майсоценка

У літню пору року використовується стандартний цикл Майсоценка з непрямим випарним охолодженням. Принцип роботи циклу Майсоценка полягає у використанні психрометричної різниці температур, тобто різниці температур атмосферного повітря і повітря, що контактує з водою, яка випаровується [2]. Тобто вхідне повітря проходить через сухі та вологі канали камери, де вологі канали випаровують воду, забираючи тепло з потоку повітря. В результаті температура повітря, що подається у приміщення, знижується. А надлишкове вологе повітря відводиться назовні.

У зимовий період камера Майсоценка використовується як зволожувач та теплоаккумулятор. Вологий повітряний потік із випарного охолоджувача спрямовується на регенеративний теплообмінник. Тепло від конденсації вологи у вихідному повітрі використовується для нагріву вхідного потоку. Доведення температури повітря до нормативного значення здійснюється за допомогою нагрівних елементів. Замість нагрівних елементів можна інтегрувати тепловий насос. При цьому енерговитрати будуть значно менші.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гайдукевич С. В., Семенова Н. П. Модернізація установки для забезпечення комфортних умов утримання свиней. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. 2023. № 4(63). С. 46–55.
2. Халатов А. А. Термодинамічний цикл Майсоценко і перспективи його використання в енергетичних, тепло- і масообмінних технологіях. 2012. 44 с.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
СВИНАРНИКА-МАТОЧНИКА НА БАЗІ ІОТ ТЕХНОЛОГІЙГайдукевич С. В., ст. викл., e-mail: SoleykoS@i.uaСеменова Н. П., ст. викл., e-mail: 0677524248@ukr.net

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Перехід до цифрової трансформації, яка спрямована на підвищення ефективності виробництва продукції, організацію контролю витрат та виробничих процесів [1, с. 134], веде до створення автоматизації та оптимізації технологічних процесів нового формату, що ґрунтуються на концепціях ІоТ технологій.

Автоматизація технологічних процесів свинарника-маточника на базі ІоТ технологій забезпечує ефективне керування мікрокліматом, автоматизоване годування, моніторинг здоров'я тварин, контроль витрат ресурсів та підвищення продуктивності господарства. Використання інтелектуальних датчиків і підключених до мережі виконавчих пристроїв дозволяє створювати адаптивні системи, що реагують на зміну умов у реальному часі. Завдяки цьому відбувається не тільки оптимізація технологічних процесів, але й зниження енергоспоживання та підвищення комфорту утримання тварин.

Впровадження таких систем передбачає інтеграцію Wi-Fi підключених датчиків температури, вологості, рівня аміаку, витрати води та корму, а також використання інтелектуальних алгоритмів для прийняття рішень. Управління системою може здійснюватися через платформу Home Assistant, що забезпечує віддалений моніторинг і контроль параметрів.

Для створення оптимального мікроклімату можна застосувати блок керування АМС-PLUS, який використовується для підтримання в автоматичному режимі мікрокліматичних параметрів за заданим алгоритмом в залежності кривих температури, вологості, живої ваги по заданим дням і рівнем мінімальної вентиляції на кілограм живої ваги.

Блок керування АМС-PLUS інтегрується в систему Home Assistant разом із розумними пристроями Sonoff, проте для цього потрібно забезпечити правильну взаємодію між їхніми протоколами. При їх об'єднанні у спільну систему Home Assistant використовується як "мозковий центр", що забезпечує перетворення сигналів та управління. Блок АМС-PLUS напряму підключається до Home Assistant, інтегруючись через Modbus (RTU/TCP), тобто IP-адресу для Modbus TCP або COM-порт для Modbus RTU. Якщо блок працює через аналоговий сигнал то використовується реле Sonoff 4CH PRO R3 для подачі на нього сигналів.

Система годівлі оснащується дозатори корму з ваговими сенсорами HX711, ультразвуковими рівнемірами корму HC-SR04. Відповідно до розкладу або показників сенсорів корм подається у годівниці у точній кількості. Для локального прогріву поросят в зонах відпочинку використовуються інфрачервоні обігрівачі та система підлогового підігріву. Для керування обігрівною підлогою використано розумне Wi-Fi реле Sonoff Th320 20A, а інфрачервоними лампами Sonoff TH16 з датчиками температури DS18B20.

Впровадження технологічних інновацій на базі ІоТ технологій розширює функції для оптимізації процесів, кардинально змінює спосіб їх керування та виконує комплекс рішень, які підвищують гнучкість і ефективність технологічних процесів та вирішують проблеми стосовно енергоощадності, а також надається можливість вивести на монітор всі показники контрольованих параметрів.

Автоматизація технологічних процесів свинарника-маточника на базі ІоТ технологій є необхідним кроком для підвищення ефективності ведення господарства, екологічності виробництва, мінімізації витрат та покращення умов утримання тварин.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Канівець Х. О., Коробченко А. О., Проценко С. В., Работинський А. М., Левченко М. В. Тенденції розвитку галузі тваринництва в умовах цифрової трансформації. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 121. С. 133–139.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПІДТРИМАННЯ ПОВІТРООБМІНУ
У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ СВИНОФЕРМИГлебов І. М., бакалавр, e-mail: glebovigor251@gmail.comНауковий керівник – доц. Хандола Ю. М., e-mail: xandola@btu.kharkov.ua

Державний біотехнологічний університет

Для підтримання нормованого складу повітря у виробничих приміщеннях свиноферми необхідне їх систематичне вентилявання. Вплив повітряного середовища на тварин обумовлений наступними параметрами: вологістю, швидкістю повітря, його хімічного складу, вміст в ньому механічних домішок. Найбільший вплив на фізіологічне становище тварин та її продуктивність чинить температура і вологість повітря.

Дослідження автоматизованих систем управління показує, що на етапі проектування системи досить складно вибрати єдиний критерій управління: температура повітря, відносна вологість, повітрообмін, швидкість руху повітря, хімічний склад повітря, рівень забрудненості повітря пилом. Тому в системі управління має існувати можливість оперативно задавати ряд критеріїв під час експлуатації, причому методи цих завдань у наочній формі повинні відображати фізичні, економічні та технічні вимоги до системи. Таким чином, сучасна система управління повинна дозволяти задавати не тільки один із вищеперелічених критеріїв управління або їх комбінацію, але й будь-який, що виникає в процесі виробництва, надаючи зоотехніку широкі можливості у виборі методу підтримки температурно-вологого режиму в приміщенні.

На сьогоднішній день найбільш ефективним є частотно-регульований електропривод, в якому керування частотою обертання двигунів вентиляторів здійснюється разом з контролем технологічних параметрів, що дозволяє знизити не тільки споживання електричної енергії, але і забезпечує економію споживання енергоресурсів всієї системи.

Для сільськогосподарських машин і агрегатів розроблені частотно-регульовані двигуни з межами регулювання частоти 5–60 Гц, та напруги 30–380 В.

Енергетичні показники двигунів, що працюють від перетворювачів частоти нижчі ніж двигунів, що працюють від мережі. Коефіцієнти корисної дії знижуються в середньому на 2–3 %, а $\cos \varphi$ – на 5 %. Корисна потужність асинхронного двигуна знижується на 10–25 %, а максимальний момент – на 8–15%. Обертання двигуна в зоні переривчастих струмів стає дискретним, що знижує діапазон регулювання.

У серії АІР передбачено два виконання частотно-регульованих двигунів: 1 – для роботи в діапазоні регулювання частоти обертання 1 : 3,75 і 2 – в діапазоні 1 : 22,5, призначені для тривалого режиму роботи, номінальна частота струму – 60 Гц. Двигуни виконання 1 працюють в обмеженому діапазоні регулювання частоти обертання і тому їх виготовлення максимально уніфіковане з двигунами загального використання, мають само вентиляцію. Двигуни виконання 2, як правило, мають незалежну вентиляцію.

Зміна частоти струму живлення дає можливість змінювати частоту обертання двигуна в зоні малих ковзань, а значить і малих втратах енергії в роторному колі. Отже, частотне регулювання кутової швидкості асинхронних двигунів характеризується досить високим коефіцієнтом корисної дії. Система частотного регулювання частоти обертання двигунів забезпечує високу плавність в досить великому діапазоні, а штучні механічні характеристики мають досить високий модуль жорсткості.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Барало О. В., Самойленко П. Г., Гранат С. Є., Ковальов В. О. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2010. 557 с.

2. Синявський О. Ю., Савченко П. І., Савченко В. В., Лавріненко Ю. М., Ільчов І. П., Хандола Ю. М. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 586 с.

ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ПІДВІСНОГО КОНВЕЄРА ЛІНІЇ ПЕРЕРОБКИ ПТИЦІ

Городнійчук О. А., студ., e-mail: gorodnijcukaleksandr7@gmail.com

Науковий керівник – ст. викл. Сухін В. В.
Державний біотехнологічний університет

У сучасній птахопереробній промисловості значну увагу приділяють підвищенню ефективності технологічних процесів. Одним із ключових елементів виробництва є підвісні конвеєри, які забезпечують транспортування тушок птиці. Використання частотно-регульованого електропривода (ЧРЕП) дозволяє підвищити енергоефективність, зменшити механічне навантаження на обладнання та забезпечити плавне регулювання швидкості руху конвеєра. Також важливо враховувати вплив роботи конвеєрної лінії на якість кінцевого продукту, що є особливо актуальним у м'ясопереробній галузі.

Проблема ефективного управління електроприводами у харчовій промисловості широко досліджується. У роботах [1, 2] висвітлено методи оптимального управління електроприводами для конвеєрних систем. Дослідження [3] показують ефективність застосування ЧРЕП у птахопереробній промисловості. У працях [4, 5] розглядається питання енергозбереження при використанні ЧРЕП, а також підвищення надійності обладнання за рахунок плавного пуску і гальмування.

Метою роботи є розробка системи ЧРЕП підвісного конвеєра для лінії переробки птиці з метою підвищення енергоефективності, зменшення зношування механічних компонентів і оптимізації технологічного процесу.

ЧРЕП складається з асинхронного двигуна, частотного перетворювача, системи керування та датчиків контролю швидкості та навантаження. Використання частотного регулювання дозволяє адаптувати швидкість руху конвеєра до різних етапів переробки, знижуючи енергоспоживання. Крім того, ЧРЕП забезпечує плавний пуск і зупинку, що зменшує знос механічних компонентів системи. Інтеграція ЧРЕП у систему автоматичного керування виробничим процесом сприяє підвищенню продуктивності та зниженню експлуатаційних витрат.

Додатковою перевагою є можливість дистанційного моніторингу стану електропривода, що дозволяє контролювати параметри роботи в режимі реального часу та вчасно виявляти несправності. Це особливо важливо для безперервного виробництва, де будь-який збій може спричинити суттєві втрати.

Запровадження ЧРЕП підвісного конвеєра у лінії переробки птиці дозволяє підвищити ефективність виробничого процесу, зменшити енергоспоживання та продовжити термін служби обладнання. Також це сприяє покращенню керованості технологічного процесу та зниженню витрат на обслуговування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Системи керування електроприводами: навч. посіб. / Голуб А. П., Кузнецов Б. І., Опришко І. О., Соляник В. П. Київ: НМК ВО, 1992. 352 с.
2. Хорольський В. П., Коренець Ю. М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник. Кривий Ріг: [ДонНУЕТ], 2023. 557 с.
3. Електропривод і автоматизація: навч. посіб. / О. Ю. Синявський та ін. 2-ге вид., доп. і перероб. Київ, 2015. 604 с.
4. Гавришук С. Р. Енергоефективні технології та енергозбереження на підприємствах харчової промисловості. *Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ*, 22-24 березня 2017 р. Вінниця, 2017. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2017/paper/view/2090>.
5. Регульований електропривод: підручник / І. М. Голодний та ін. Київ, 2015. 509 с.

ВИКОРИСТАННЯ КВАДРОКОПТЕРІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АВАРІЙ
НА ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Дегтяр М. В.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Сорокін М. С.

Державний біотехнологічний університет

Забезпечення надійності та безперебійної роботи повітряних ліній електропередач (ЛЕП) є критично важливим завданням для енергетичних компаній. Традиційні методи діагностики ЛЕП, такі як візуальний огляд персоналом або використання гелікоптерів, є трудомісткими, дорогими та часто небезпечними. У зв'язку з цим у сучасній енергетиці все ширше застосовуються квадрокоптери, які дозволяють здійснювати дистанційний моніторинг ліній електропередач у реальному часі, використовуючи передові методи аналізу даних. Квадрокоптери, оснащені високоточними сенсорами, тепловізорами та камерами високої роздільної здатності, можуть виявляти пошкодження ізоляції, корозію, перегрів проводів та інші аномалії. Застосування алгоритмів комп'ютерного зору та штучного інтелекту дозволяє автоматизувати процес діагностики, скорочуючи час на виявлення аварій та зменшуючи витрати на експлуатацію. Одним із ключових елементів системи моніторингу повітряних ліній електропередач за допомогою квадрокоптерів є сучасні сенсори та камери, які дозволяють здійснювати детальну діагностику обладнання. В залежності від завдань інспекції, можуть використовуватися різні типи сенсорів, серед яких найбільш поширеними є тепловізори, RGB-камери та LiDAR.

Тепловізори (Infrared/Thermal Cameras) дозволяють виявляти місця перегріву контактів, ізоляторів, трансформаторів та інших елементів електромережі. Вони працюють у широкому температурному діапазоні та можуть бути використані навіть у темний час доби. Завдяки тепловізійному аналізу можна своєчасно виявляти пошкодження ізоляції або витоки струму, що є важливим для попередження аварійних ситуацій.

RGB-камери, які працюють у видимому спектрі, застосовуються для візуального контролю стану ЛЕП. Високоякісні камери з роздільною здатністю 4K або 8K дозволяють отримувати детальні знімки, які можуть бути використані для подальшого аналізу. Завдяки таким камерам оператори можуть виявляти механічні пошкодження, корозію або обриви проводів. Крім того, сучасні алгоритми комп'ютерного зору дозволяють автоматизувати процес аналізу отриманих зображень, що значно підвищує ефективність моніторингу.

LiDAR (лазерний сканер) є ще одним важливим сенсором, який використовується для створення тривимірної карти місцевості та точної оцінки стану повітряних ліній. Він дозволяє визначати просідання проводів, наявність перешкод, таких як гілки дерев, та вимірювати відстані між об'єктами з високою точністю. LiDAR забезпечує більш детальний аналіз інфраструктури ЛЕП у порівнянні з традиційними методами моніторингу. Окрім цих сенсорів, для моніторингу ЛЕП також можуть застосовуватися гіперспектральні та мультиспектральні камери. Вони дозволяють аналізувати склад матеріалів і виявляти дефекти, які неможливо помітити у звичайному світлі. Це може бути особливо корисним для ранньої діагностики корозії на металевих частинах електромережі.

Таким чином, використання квадрокоптерів, оснащених різними сенсорами, дозволяє значно підвищити ефективність моніторингу та діагностики ЛЕП. Завдяки сучасним технологіям можна своєчасно виявляти потенційні аварійні ситуації, що сприяє підвищенню надійності електромереж та зменшенню експлуатаційних витрат.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Zakaria Mohd. (2020). Energy Efficient Quadcopter Drone Design using Design of Experiment (DOE) Method. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. 9. 233-236. 10.30534/ijatcse/2020/4191.12020.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ
КОНВЕЄРНИХ СИСТЕМ В АГРОСЕКТОРІДіденко А. М., e-mail: artemdid8@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Міленін Д. М.

Державний біотехнологічний університет

Зростання вимог до ефективності виробничих процесів у сільському господарстві стимулює впровадження сучасних технологій автоматизації. Одним із ключових інструментів у цьому напрямку є конвеєрні системи, що забезпечують безперерйну транспортування сільськогосподарської продукції та оптимізацію технологічних процесів. Метою дослідження є формулювання рекомендацій для підвищення продуктивності та зниження витрат за допомогою оптимізації роботи конвеєрних систем.

Сучасні конвеєри поділяються на декілька типів, кожен з яких має свої специфічні конструктивні особливості. Пластичні конвеєри, що використовуються для важких і насипних вантажів, відзначаються високою стійкістю до зношування, хоча їх експлуатація може супроводжуватись підвищеним опором через скупчення дрібних частинок. Вібраційні конвеєри працюють за принципом коливального руху робочого органу і ідеально підходять для транспортування дрібних, абразивних та агресивних матеріалів; вони відзначаються низьким зношуванням завдяки відсутності постійного контакту між елементами. Скребкові конвеєри, з робочою поверхнею, що розташована знизу, дозволяють ефективно переміщувати сипкі вантажі навіть по складних трасах, проте страждають від швидкого зношування жолоба та скребків. Підвісні конвеєри, завдяки конструкції, що розташовується у підвищеному стані, дозволяють знизити навантаження на підлогу та забезпечують високу продуктивність при автоматизації процесів. Рольганги застосовуються для транспортування несипких або великогабаритних вантажів за рахунок використання синхронно працюючих роликів, що витримують складні експлуатаційні умови. Гвинтові конвеєри, один із найдавніших типів, характеризуються компактністю та можливістю транспортування вантажів у різних напрямках, хоча їхнє використання обмежене високим енергоспоживанням і частковим дробленням вантажу. Стрічкові конвеєри – найпоширеніший тип завдяки своїй універсальності, легкості конструкції та можливості створення складних трас, проте вони мають недоліки у вигляді високої вартості стрічки та нерегулярного натягу, що може призводити до різкого падіння продуктивності.

Кожен тип конвеєрної системи має свої унікальні конструктивні особливості, переваги та недоліки, що впливають на ефективність транспортування вантажів. Оптимальний вибір конвеєра залежить від конкретних умов експлуатації та характеристик вантажу. Результати роботи дозволяють сформулювати рекомендації для удосконалення технологічних процесів шляхом підвищення продуктивності та зниження енергоспоживання. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку інноваційних рішень, що забезпечують більш ефективну інтеграцію конвеєрних систем у виробничі процеси.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Баранов С. А., Волков Д. П. Конвеєрні системи: технологія та експлуатація. Київ: Наукова думка, 2010. 320 с.
2. Біляєв О. В. Автоматизація виробничих процесів: теорія та практика. Львів: Вид-во ЛНУ, 2012. 250 с.
3. Сидоренко І. П., Михайленко О. Ю. Сучасні конвеєрні системи в аграрному виробництві. Харків: ХНЕУ, 2015. 180 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОТОКОВОЮ ЛІНІЄЮ ВИГОТОВЛЕННЯ ПІЛЕТІВ ІЗ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ

Довгоспиний Р. А., магістр, e-mail: ruslandovg291@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Надійне і безпечне енергозабезпечення є основною умовою комфортного життя людства та подальшого розвитку сучасного суспільства. Разом з тим останнім часом світове споживання енергії стало порівняним з об'ємами природними запасами горючих копалин, які є основою енергетики, що загрожує їх швидким вичерпанням. Це змушує суспільство звернути увагу до альтернативних джерел енергії. Одним із перспективних напрямків є використання відходів деревини для виробництва пілетів. Процес сушки матеріалів є енергоємним процесом, пов'язаним зі значною витратою палива, пару, електроенергії, а отже використання високоточної автоматики дозволить значно скоротити терміни сушіння та знизити енергетичні затрати. На підприємствах сушіння деревини здійснюють у виді відходів деревообробної промисловості, пиломатеріалів (дошок, брусів, заготовок), шпону (тонколистового матеріалу), трісок, стружки і волокон [1].

Аналіз існуючих технологічних ліній по виготовленню паливних пілетів з відходів деревини показав, що основним їх недоліком є відсутність недостатній рівень автоматизації виробничої потокової лінії. На рис. 1 наведена структурна схема системи автоматичної оптимізації пульта керування потоковою лінією [2].

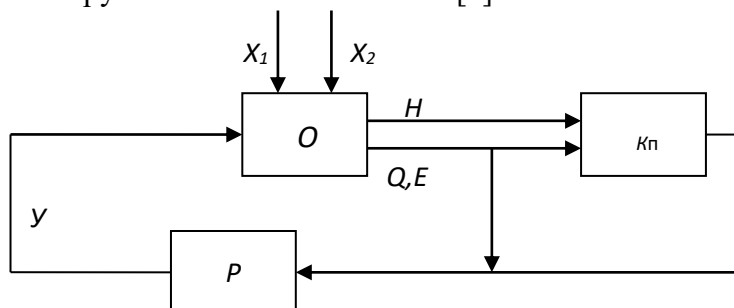


Рисунок 1 – Структурна схема системи автоматичної оптимізації: O – об'єкт регулювання; P – регулятор; Kn – керуючий пристрій, X_1, X_2 – вхідні параметри; U – регулюючий вплив; Q, E – параметри об'єкта, що характеризують якість і економічність; H – обмеження

Запропонована потокова лінія має продуктивність $1,5 \text{ т/год}$ і складається із сушильного комплексу типу *ABM-1,5* та прес-гранулятора типу *ОГМ-1,5*. Для керування роботою та захисту основних та допоміжних електроприводів робочих машин використовується релейно-контактна схема, що працює в ручному та автоматичному режимах роботи. Основними недоліками існуючої системи керування лінії є низька її енергоефективність використання обладнання. Нове технічне рішення ґрунтується на використанні частотно-регульованого електроприводу з елементами мікропроцесорного керування компанії *Schneider Electric*. В якості основного керуючого вузла використовується програмний логічний контролер типу *Twido*, зв'язок з оператором здійснюється за допомогою панелі людино-машинного інтерфейсу *MagtliS*. Виконавчими елементами є перетворювачі частоти типу *Altivar* та багатофункціональне реле захисту і керування електроприводом *Tesys*, які підключаються по шині *Modbus*.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кривцов В. С., Олейников О. М., Яковлев А. Н. Неисчерпаемая энергия. Кн. 3 Альтернативная энергетика. Харків: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т, 2006. 643 с.
2. Электропривод і автоматизація / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лаврінченко та ін. Київ: Аграр Медія Груп, 2013. 586 с.

ВИКОРИСТАННЯ ЧАСТОТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЗМОТУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Євдокімов С. В., e-mail: evdokimov@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Міленін Д. М.

Державний біотехнологічний університет

Сучасні технології автоматизації виробничих процесів значною мірою залежать від високоточних електроустаткувань, які забезпечують стабільну та ефективну роботу обладнання. Обладнання пристроїв змотування, що включає асинхронні двигуни, частотні перетворювачі та системи зворотного зв'язку, є ключовим елементом сучасних виробничих ліній, зокрема у технологічному процесі пакування штучної молочної продукції. Метою даної роботи є аналіз складу електрообладнання пристрою змотування, що використовується в процесі пакування, та оцінка його технічних характеристик для підвищення ефективності регулювання процесів.

Обладнання пристрою змотування включає асинхронний двигун серії АІР, зокрема модель АІРМ71А4У3, який завдяки простоті конструкції та високій надійності застосовується в багатьох промислових установках. Двигун, виконаний у закритому корпусі з категорією захисту ІР54, розрахований на тривалу роботу від мережі змінного струму 50 Гц при напрузі до 380 В, що підтверджено відповідними стандартами. Для регулювання швидкості обертання цього двигуна використовується частотний перетворювач ProfiMaster РМ-S740-0.75К, який забезпечує широкий діапазон вихідних частот від 0 до 400 Гц та дозволяє здійснювати як V/F-управління, так і векторне регулювання. Перетворювач відзначається високою точністю налаштування частоти, завдяки цифровим і аналоговим засобам регулювання, що сприяє оптимізації роботи двигуна. Серед переваг даного пристрою – можливість регулювання векторним керуванням, наявність зручного вбудованого пульта, високоякісні деталі та запобігання зворотному обертанню, що є критично важливим для запобігання розмотування рулону. Для забезпечення точного зворотного зв'язку в систему інтегровано потенціометр RV24YN 20S B103 10K, який дозволяє здійснювати безперервне контролювання параметрів регулювання. Завдяки комплексному підходу до електроустаткування пристрою змотування забезпечується висока ефективність, енергозбереження та надійність технологічного процесу. Інноваційний підхід до регулювання дозволяє мінімізувати витрати електроенергії та підвищує ефективність роботи пристрою навіть при змінних навантаженнях. Використання сучасних цифрових технологій забезпечує оперативну реакцію на коливання параметрів робочого процесу, що є критично важливим для стабільності виробництва. Загалом, інтеграція передових систем регулювання створює умови для оптимізації технологічного процесу, що сприяє підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності підприємства.

Проведений аналіз складу електрообладнання показав, що використання асинхронного двигуна серії АІР у поєднанні з частотним перетворювачем та системою зворотного зв'язку сприяє підвищенню стабільності та точності регулювання пристрою змотування. Висока точність налаштувань дозволяє адаптувати роботу обладнання до різних умов експлуатації та забезпечити енергозбереження. Отримані результати є основою для подальших досліджень з удосконалення електроустаткування у виробничих процесах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Петров С. О. Частотні перетворювачі: принципи роботи та застосування. Львів: Технічна література, 2018. 280 с.
2. Іванов І. І., Козак В. Ю. Основи автоматизації виробничих процесів. Харків: Енергоатом, 2017. 240 с.

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ
ПРИ ЧАСТОТНОМУ РЕГУЛЮВАННІ ШВИДКОСТІ

Жеребний М. В., студ., e-mail: max_jv47@gmail.com
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гузенко В. В.
Державний біотехнологічний університет

У сучасному сільському господарстві основними споживачами є електродвигуни (понад 60 %). За рахунок цього до них висувають усе більш жорсткі вимоги, відносно ефективності роботи: рівень втрат енергії, відповідне навантаження, ін.[1]. При цьому, останнім часом найбільш пріоритетне значення, на ряду з оптимальним конструюванням асинхронних двигунів (АД), набувають задачі оптимального моделювання електроприводів змінного струму і визначення ефективних режимів роботи.

Аналіз способів регулювання швидкості обертання приводів показує, що перспективним є частотне регулювання частотою обертання електроприводів за рахунок плавності регулювання швидкості і значного зниження енергоспоживання на основі використання асинхронно-вентильний каскад [2].

Мета статті – дослідження електромеханічних властивостей АД при частотному регулюванні кутової швидкості, встановлення математичних залежностей, розробка їх на основі методик.

Використання регульованого електропривода дозволяє скоротити енергоспоживання: pomp – на 25–30 %, компресорів – на 40 %, вентиляторів – на 30 %, центрифуг – на 50 %. З огляду на те, що ці типи механізмів складають більше 50 % використовуваних в сільському господарстві приводів, даний напрям є пріоритетним для економії електроенергії.

Частотний спосіб керування заснований на законі М.П. Костенко, що встановив, що відносне значення напруги потрібно змінювати пропорційно добутку частоти на корінь квадратний з відносного моменту двигуна. Надалі, закономірності різних співвідношень між частотою і дійсним значенням напруги: напруга змінювалася пропорційно частоті ($U_m \approx f_m$); напруга змінювалася так, щоб забезпечити постійність повного або робочого потоку при зміні частоти; управління частотою при номінальній напрузі, ін. Моделювання системи автоматичного регулювання швидкості АД в програмі MATLAB Simulink проведено для електроприводу насосної установки. Дослідження здійснювалися на насосних станціях потужністю 11,5 кВт і 22,5 кВт на базі водопідйому «Карлівка» Полтавської області. Для регулювання частоти обертання електроприводу насосних установок застосовувався перетворювач частоти типу ПЧРТ-03-22. В системі регулювання можливо плавне регулювання в широкому діапазоні в обидві сторони від природної характеристики, з великою переважувальною здатністю.

Результати досліджень показують, що регулювання швидкості асинхронного двигуна за допомогою частотного перетворювача дозволяє оптимізувати технологічний процес, зменшити втрати електроенергії та підвищити якість водопостачання. Використання частотних перетворювачів має сенс, як складова частина системи керування конкретним агрегатом та як складні системні рішення для автоматизації технологічного процесу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Корчемний М. О., Федорейко В. С., Щербань В. П. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. С. 84–90.
2. Тимухін С. А., Белов С. В., Мамедов А. Ш. Оцінка енергетичної ефективності насосних установок гірничих підприємств. *Вісник енергозбереження*. 2000. № 1(10). С. 26–27.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НАСОСНИХ УСТАНОВОК
ІЗ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ ЧАСТОТИЖила В. К., магістрант, e-mail: v.zhila@i.ua

Науковий керівник – доц. Сотнік О. В.

Державний біотехнологічний університет

Енергоефективність насосних установок є ключовою проблемою промисловості, комунального господарства та сільськогосподарського виробництва. Традиційні методи регулювання продуктивності насосів (дроселювання, байпасні лінії) мають значні втрати енергії. Використання перетворювачів частоти (ПЧ) дозволяє оптимізувати роботу насосного агрегату, знижуючи споживання електроенергії та підвищуючи ресурс обладнання [1, 2]. ПЧ змінюють частоту та амплітуду напруги живлення електродвигуна, що забезпечує плавне регулювання швидкості обертання робочого колеса насоса. Основні закони подібності для відцентрових насосів описуються співвідношеннями:

$$Q \sim n; H \sim n^2; P \sim n^3,$$

де Q , – подача насоса, $\text{м}^3/\text{год}$; H , м – напір, м; P – споживана потужність, Вт; n – частота обертання насоса, хв^{-1} .

Зменшення частоти обертання на 20 % спричиняє зниження подачі на 20 %, напору на 36 %, а потужності – приблизно на 50 %. Використання ПЧ дозволяє мінімізувати втрати потужності через зниження швидкості обертання робочого колеса. Енергетичний ефект від використання ПЧ можна оцінити за формулою:

$$P_{\text{заощ}} = P_1 - P_2 = P_1 \left(1 - \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 \right),$$

де $P_{\text{заощ}}$ – заощаджена потужність, Вт; P_1 – потужність споживана при дроселюванні, Вт; P_2 – потужність споживана при використанні ПЧ, Вт; n_1, n_2 – швидкість обертання робочого колеса відповідно при дроселюванні і при використанні ПЧ, хв^{-1} .

Зменшення частоти обертання на 30% енергоспоживання знижується приблизно на 65 %. Функції, які здатний виконувати ПЧ, можна розподілити на функції захисту та керування. До захисних можна віднести функції, які дозволяють запобігти виходу з ладу як двигуна, так і самого ПЧ при виникненні критичної ситуації. ПЧ контролює струм двигуна і не дозволяє йому перевищити наперед заданий рівень. Таким чином, різко зменшується вірогідність виходу двигуна з ладу внаслідок виникнення перевантаження по струму і наступного перегріву. Крім того, ПЧ оснащений захистом від зникнення напруги живлення, внутрішнього перегріву та багатьох інших. Використання ПЧ для керування асинхронними двигунами дозволяє підвищити надійність системи керування та знизити її масогабаритні показники.

Показники якості, які пред'явлені до системи керування електроприводом (ЕП) насосного агрегату: відсутність статичної похибки; максимальний ККД насоса; мінімальна вартість; мінімальні габарити. Всім цим показникам якості відповідає система керування ЕП з ПЧ.

Упровадження ПЧ у насосні установки забезпечує: зниження витрат на електроенергію; скорочення споживаної потужності до 50 % у змінних режимах роботи; підвищення загального ККД системи; мінімізацію втрат, викликаних дроселюванням і гідравлічними регуляторами; збільшення ресурсу насосного обладнання; зменшення механічних навантажень і гідравлічних ударів при запуску та зміні режимів; гнучкість та інтеграцію в автоматизовані системи керування (SCADA, IoT); можливість адаптації до динамічних змін навантаження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Vasilyev V.I. Energy Efficiency of Pumping Systems with Variable Frequency Drives. Kyiv: TechnoPress, 2019.
2. IEC 61800-9-2:2017. Adjustable speed electrical power drive systems. Ecodesign requirements.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ В КОТЕЛЬНІ

Зварич І. К., магістр, e-mail: izvarich777@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Одним із резервів економії палива в котельні є використання теплоти з вихідних продуктів згорання в димоході. Для газових котелень в якості теплоутилізатора використовують, так звані контактні теплообмінники, які дозволяють осаджувати продукти згорання нижче каплі роси, що додатково дозволяє використовувати сховану теплоту конденсації, які є в продуктах горіння водяних парів. Той же час температура нагрівання пару води в таких тепло утилізаторах обмежена температурою мокрого термометра. Підвищення уваги до охорони навколишнього середовища, яке передбачає комбінований виробіток тепла і електроенергії, що приводить до підвищення ККД, зменшення витрат палива і відповідно – навантаження на навколишнє середовище, застосування очисних споруд [1]. Нажаль, при спалюванні палива не вся кількість теплоти використовується для нагрівання робочого тіла котла, а частина втрачається. Так, під тепловим балансом котельного агрегату розуміють розподіл теплоти, яка підведена до котельного агрегату (корисної та втраченої), тобто загальний тепловий баланс має вид рівняння [2]:

$$Q_{H32} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5,$$

де Q_{H32} – нижня теплота згорання палива, кДж/кг ; Q_1 – теплота, яка використовується для вироблення пари або гарячої води, кДж/кг ; Q_2 – втрати теплоти з газами, що відходять, кДж/кг ; Q_3 – втрати від хімічної неповноти згорання, кДж/кг ; Q_4 – втрати від механічної неповноти згорання, кДж/кг ; Q_5 – втрати теплоти у навколишнє середовище, кДж/кг .

Відповідно існуючих розрахунків визначено, що найбільші втрати теплоти з газами, які відходять, складають 15–20 % і вони зростають із підвищенням температури. Для зменшення цих втрат необхідно максимально використовувати теплоту газів у водяному економайзері або інших аналогічних пристроях [3].

Подальше підвищення ефективності утилізації тепла в контактному повітропідігрівачі при конденсації волоки із продуктів горіння можливо завдяки удосконалення системи керування електроприводу витяжного вентилятора [4].

У контактному теплоутилізаторі внаслідок охолодження продуктів згорання кількість водяних парів в загальному потоці, як показують розрахунки, знижується з 1452 кг/год до 259 кг/год . Відомо, що у разі забезпечення якісним конденсатом, після видалення CO_2 воду можна використовувати повторно для підживлення тепломережі, фактично в тепло утилізаційному пристрої може виділятися до 82 % вологи. Таким чином, доцільно для отримання максимальної кількості води необхідно змінювати інтенсивність обдуву в залежності від рівня конденсації вологи і температури продуктів згорання. Для технічної реалізації запропонованого способу підвищення ефективності тепло утилізаційної установки в котельні пропонується застосувати перетворювач частоти електроприводу вентилятор, який автоматично змінює частоту обертання в залежності від концентрації CO_2 і рівня температури продуктів згорання у димоході.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Энергетические расчеты технических систем / В. М. Бородинский, Г. П. Верхинкер, Я. Я. Карчев и др. Киев: Наукова думка, 1991. 360 с.
2. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. Корчемний, В. Федорейко, В. Щербань. Тернопіль: Підручники і посібники. 2001. 984 с.
3. Украина: эффективность малой энергетики. Киев: Tacis, 1996. 279 с.
4. Електропривод і автоматизація / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко та ін. К.: Аграр Медія Груп, 2013. 586 с.

РЕГУЛЬОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ЗЕРНОСУШАРКИ

Іванченко О. В., e-mail: Allo29416117@gmail.comНауковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.
Державний біотехнологічний університет

Виробництво зерна в Україні є стратегічною і найбільш ефективною галуззю народного господарства. Зерно і виробництво з нього продукції є прибутковим бізнесом, оскільки вони становлять основу продовольчої бази і безпеки держави. За останні роки, починаючи з 2016 року, валовий збір зерна досягли 56–64 млн т. Метою Стратегії визначається поетапне і послідовне зростання внутрішнього валового продукту держави шляхом збільшення виробництва зерна до 75–80 млн т і підвищення конкурентоспроможності сільського господарства, збирання, зберігання зернових культур з використанням новітніх та інноваційних технологій, техніки і обладнання. Однією із важливих задач, при цьому, є удосконалення установок і обладнання для очистки, сушки і зберігання зерна [1].

Зберігання зерна на елеваторах протягом року вимагає ретельного дотримання показників вологості, від точності, яких залежить якість зберігання зерна в сховищах. Так, передбачається реалізація наступних технологічних процесів, тобто, перед завантаженням зерна для зберігання проводять послідовно очищення, висушування, контроль вологості при необхідності досушування, потім безпосередньо зберігання.

Технічна реалізація перспективної технології сушки зерна перед зберіганням передбачає застосування регульованого електроприводу робочих машин, які входять в зерносушарку, а саме вентилятора (15,0 кВт), двох норій (по 7,5 кВт), горілка з наддувом (1,5 кВт), двох шнеків (по 3,0 кВт) і двох задвіжок (по 0,75 кВт) [2].

Особливістю процесу сушки зерна до стандартної вологості зерна при дотриманні постійного градієнту температури в процесі сушки здійснюється завдяки застосування регульованого електроприводу вентилятора. Для цього запроваджують перетворювач частоти компанії *Schneider Electric* типу *Altivar*, який дозволяє плавно змінювати продуктивність вентилятора [3].

Регулювання частоти обертання здійснюється в межах 20–100 % від номінальної, що дозволить адекватно реагувати на зміну вологості зерна та забезпечувати постійний градієнт температури в процесі сушки.

Розрахунки показують, застосування частотно-регульованого електроприводу дозволить знизити енерговитрати на 17–20 % в залежності від початкової вологості зерна, яке завантажувється в зерносушарку на пункті прийому зерна елеватора.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / за ред. акад. НААН Я. М. Гадзала, М. І. Башенка, В. М. Жука, Ю. О. Лупенка. Київ: Аграр. наука, 2016. 216 с.

2. Регульований електропривод / І. М. Голодний, Ю. М. Лавріненко, В. В. Козирський та ін. Київ: ТОВ ЦП «Компринт», 2015. 509 с.

3. https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwj0_9yVz6eMAxV5kIMHHWtOFYEYA BABGgJlZg&co=1&gclid=Cj0KCQjwy46_BhDOARIsAIVmcwPf9xhcmobti6YM-MQQIRdFpWhFkjwsQDY6twPertUbAeYHwKyaibYaAIBGEALw_wcB&sig=AOD64_0GWgBqx aOn-fN8MQ0Te3KLrzs

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ НАСОСА В ПРОЦЕСІ АЕРАЦІЇ ВОДИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ АКВАКУЛЬТУРИ

Ізюмський Н. О., магістр, e-mail: izyumich0611@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Збільшення обсягу виробництва рибної продукції традиційними методами (ставкове, природне і садкове рибництво) має певні природні обмеження. Основними лімітують факторами виступають земля і вода. У зв'язку з цим актуальним є перспективне розширення індустріальних господарств, забезпечених високо інтенсивними технологіями аквакультури. Останнє особливо стосується установок із замкнутим циклом водопостачання, що дозволяють здійснювати цілорічне вирощування будь-яких видів риб, не залежно від кліматичних умов, при одночасному досягненні максимальних показників росту і продуктивності на тлі заощадження ресурсів та забезпечення екологічної чистоти виробничого процесу. Практичний досвід показує, що ефективність застосування замкнутих систем в рамках традиційного рибництва забезпечується за рахунок наступних переваг [1]:

- рибна продукція, вирощена в замкнутих системах – це екологічно безпечний продукт;
- зниження промислового пресу на природні ресурси.

Відповідно до розробленої «Стратегії розвитку...» передбачається стабілізувати виробництво прісноводної риби на рівні близько 40,0 тис. т взагалі із відкритих водойм і закритих басейнів і довести до 17 кг на душу населення [2]. Так, одним із шляхів розв'язання проблем в галузі вважається розвиток інноваційних технологій в аквакультурі із розширенням наукового забезпечення діяльності підприємств.

Аналіз науково-технічної літератури показав що для ефективного розведення аквакультури в закритих басейнах необхідно підтримувати необхідну концентрацію кисню. Даний процес здійснюється завдяки реалізації процесу примусової аерації води [3].

Технічна реалізація запропонованої технології ґрунтується на розробленій автоматизованій системі керування роботою насосної установки, структурна схема якої наведена на рис. 1 [4]. Особливістю роботи, якої є наявність зворотного зв'язку від датчика контролю концентрації кисню в басейні з утриманням аквакультури, що сприяє нарощуванню щодобово живої ваги риби.

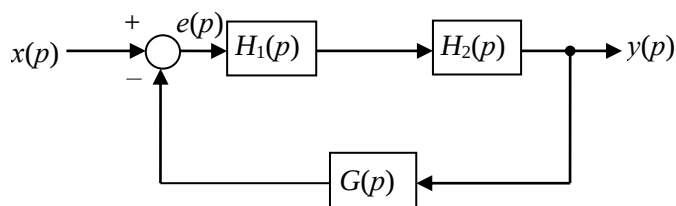


Рисунок 1 – Структурна схема системи автоматичного регулювання процесу аерації води в басейні при вирощуванні аквакультури

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Товстик В. Ф., Бевзюк А. П. Розведення та вирощування риби. Харків: Еспада, 2003. 124 с.
2. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / за ред. НААН України Я. М. Гадзала, М. І. Башценка, В. М. Жука, Ю.О. Лупенка. Київ: Аграр. наука, 2016. 216 с.
3. Гринжевський М. В. Аквакультура України. Київ: Вільна Україна, 1998. 364 с.
4. Щербак Я. В., Івакіна К. Я. Основи теорії автоматичного регулювання електромеханотронних систем. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 222 с.

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИХОДУ З ЛАДУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВЕНТИЛЯТОРІВ
У ПТАШНИКАХІльонк В. О., бакалавр, e-mail: kocci.37@gmail.comНауковий керівник – доц. Хандола Ю. М., e-mail: xandola@btu.kharkov.ua

Державний біотехнологічний університет

У період нормальної експлуатації, відмови в роботі електродвигунів, в тому числі й електродвигунів вентиляторів, зазвичай носять випадковий характер. Їх поява багато в чому залежить від умов роботи пристрою. Розрізняють три види пошкоджень електродвигуна: 1) механічні пошкодження, 2) пробій ізоляції внаслідок перенапруги і 3) вихід з ладу ізоляції через перегрів обмоток.

Механічні пошкодження, до яких відносяться пошкодження корпусу, щитів, підшипників, вентиляторів, виникають через вплив навколишнього середовища або через випадкові механічні впливи на ці елементи. Частка електродвигунів, які відмовили, що працюють в сільському господарстві, з причини механічних пошкоджень в середньому становить для вентиляторів – 5% від загальної кількості електродвигунів, що вийшли з ладу.

Друга причина пошкоджень – пробій ізоляції обмотки статора, що супроводжується міжвитковим замиканням, замиканням обмотки на корпус, обумовлена впливами зовнішнього середовища на електродвигун і його режимом роботи. Найбільш несприятливими є режими роботи в тваринницьких і особливо – птахівничих приміщеннях.

Третьою причиною пошкодження електродвигунів є вихід з ладу ізоляції статорних обмоток. При температурному розширенні матеріалів послаблюється їх структура, виникають внутрішні перенапруги і механічні перевантаження. Внаслідок цього прискорюється руйнування ізоляції від дії механічних зусиль, високої напруги і пускових струмів. Серед основних причин виходу з ладу ізоляції асинхронного електродвигуна можна вказати наступне: перевантаження (для електродвигунів витяжних вентиляторів характерне примерзання крильчатки в зимовий час), робота в неповнофазному режимі, затяжний пуск, робота при зниженій напрузі, робота при несиметрії напруги. В результаті дії цих несприятливих факторів спостерігається перевищення струму по величині і тривалості протікання у всіх або в двох фазах двигуна, яке призводить до появи додаткових втрат. Додаткові втрати, виділяючись у вигляді тепла, призводять до перегріву ізоляції статорних обмоток. При погіршенні охолодження перегрів може статися і без підвищення струму.

Одними з найбільш небезпечних і частих аварійних режимів в сільському господарстві є несиметричні та неповнофазні режими. Причини виникнення цих режимів різні. Причиною несиметрії напруги, в першу чергу, є нерівномірний розподіл навантаження по фазах, за рахунок неправильного приєднання однофазних споживачів. Розрив фазного ланцюга обумовлений механічним обривом фазного проводу, перегоранням одного із запобіжників, порушенням контакту в одній з фаз.

Таким чином, електродвигуни витяжних вентиляторів, що працюють практично цілодобово, особливо в літні місяці, мають високу ймовірність бути охопленими цими аварійними режимами. Розробка і застосування нових конструкцій, принципів побудови пристроїв захисту, з одночасним підвищенням освіти електротехнічного персоналу дозволить зменшити кількість електродвигунів, що виходять з ладу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: підручник / Є. Л. Жулай, Б. В. Зайцев, Ю. М. Лавріненко та ін. К.: Вища освіта, 2001.

2. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко, І. П. Ільчов, Ю. М. Хандола. К.: Аграр Медіа Груп, 2013. 586 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ
УКЛАДКИ ПІДДОНІВ ІЗ КОРМАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ
ЧАСТОТНОГО КЕРУВАННЯ

Катриченко Д. О., студ., e-mail: katrich_dan13@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гузенко В. В.

Державний біотехнологічний університет

Технічний прогрес у галузі електротехніки та електроніки, що спостерігається останніми роками, призвів до суттєвих змін у теорії та практиці електричного приводу [1].

Ці зміни насамперед стосуються створення нової елементної бази і технічних засобів, швидкого розширення галузей і обсягів застосування регульованого електроприводу, який може використовуватися на технологічній лінії укладки та обв'язки піддонів з кормами для курчат бройлерів у вигляді частотно-регульованого електроприводу змінного струму.

Мета статті – підвищення ефективності технологічної лінії укладки та обв'язки піддонів з кормами для курчат бройлерів з використанням частотного керування.

Пакувальна машина на технологічній лінії укладки – автоматична машина, яка, залежно від моделі, готує пакет із плівки, надягає пакет на виріб, що упакується, і виконує термоусадку плівки.

У науковій роботі було описано конструкцію пакувальної машини, принцип її роботи, технічні характеристики та основні вимоги до електроприводу. Проведено аналітичний огляд приводів та систем керування пакувальною машиною.

В результаті було обрано асинхронний двигун із частотним керуванням $U/f = \text{const}$. Наведено розрахунок кінематичної схеми механізму вертикального переміщення. За результатами розрахунку обрано асинхронний двигун з короткозамкненим ротором серії 4A90L4Y3 потужністю 2.2 кВт та перетворювача частоти фірми ABB.

Дана система електроприводу була обрана через свою універсальність використання, економічні показники, тому, що вона задовольняє цілі керування які були поставлені.

Перевагою частотного способу регулювання є плавна зміна швидкості за незмінної жорсткості механічних характеристик [2, 3].

У роботі було наведено розрахунок параметрів двигуна та схем заміщення, та наведено сімейство штучних механічних характеристик двигуна при зміні частоти й амплітуди напруги живлення.

У роботі було наведено функціональну схему системи керування. Обрано необхідне обладнання та створено схему електричну принципову.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Толочко О. І. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 150 с.
2. Масло М. А. Деякі аспекти вибору раціональних параметрів робочих органів пакувальних машин. *Упаковка*. 2008. № 6(67). С. 38–39.
3. Гавва О. М., Деренівська А. В., Кривопляс-Володіна Л. О. Шляхи зменшення динамічної складової похибки дозування сипкої продукції. *Харчова промисловість*. 2013. Вип. 14. С. 125–130.

ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСА ПОДАЧІ РОБОЧОГО ШЛАМУ В ПІЧ

Кафтуненкова Е. М., бакалавр, e-mail: tte_nniekt@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.

Державний біотехнологічний університет

Електропривод насоса подачі робочого шламу в піч є ключовим компонентом технологічного процесу в металургійній та будівельній промисловості. Від правильного вибору електрообладнання залежить стабільність подачі шламу, енергоефективність системи та тривалість експлуатації обладнання. У цій статті розглянуто основні критерії вибору електроприводу та електрообладнання для насосу, враховуючи особливості його роботи.

При виборі електроприводу для насосу слід враховувати наступні параметри:

1. Потужність і режим роботи – насос працює у важких умовах з можливими навантаженнями, що змінюються, тому електродвигун має забезпечувати достатній запас потужності.

2. Стабільність обертів – необхідне точне регулювання швидкості обертання, що досягається використанням частотного перетворювача.

3. Захист від перевантажень – електродвигун повинен мати захисні пристрої для запобігання виходу з ладу при зміні густини чи складу шламу.

4. Клас захисту – з огляду на агресивне середовище, в якому працює насос, рекомендується використовувати обладнання з класом захисту IP55 або вище [1–3].

Для приводу насосу доцільно використовувати асинхронний трифазний електродвигун з короткозамкненим ротором, оскільки він має високу надійність, невибагливість у експлуатації та помірну вартість. Потужність двигуна обирається на основі робочих характеристик насоса та розрахунку моменту навантаження.

Використання частотного перетворювача забезпечує плавний запуск, регулювання швидкості та захист від перевантажень. Важливо обирати пристрої, що підтримують PID-регулювання для стабілізації витрати шламу. При наявності комунікаційного порта RS485 або USB можливі моніторинг та конфігурування з ПК за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення [4].

Вибір електрообладнання для електроприводу насоса подачі робочого шламу має базуватися на аналізі умов експлуатації, необхідної потужності та регулювальних можливостей. Оптимальним рішенням є використання асинхронного електродвигуна та частотного перетворювача з відповідним класом захисту та системою керування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Афонін В. В. та ін. Правила улаштування електроустановок. Київ: Міненерговугілля України, 2017. 617 с.

2. Матвійчук В. А., Рубаненко О. Є., Стаднійчук І. П. Електротехнології в АПК. Вінниця: Твори, 2020. 272 с.

3. <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/92bbd320-2c3f-4a8e-ad20-79c3896d6e41/content>

4. Наукова бібліотека ДБТУ. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/10333>.

ВИКОРИСТАННЯ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Кісільова Г. А.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Сорокін М. С.
Державний біотехнологічний університет

Швидкий розвиток технологій та динамічні зміни промисловості зумовлюють зростаючу потребу в оперативному аналізі можливих альтернативних рішень для підвищення ефективності проектування виробничих систем. Моделювання таких систем виявилось потужним інструментом для проектування та оцінки виробничої системи завдяки своїй низькій вартості, швидкому аналізу, низькому ризику та розумінню, які переваги воно може надати, покращуючи, таким чином, розуміння впливу кожного компонента. Моделювання включає в себе незамінний набір ІТ-інструментів і методів для успішного впровадження цифрового виробництва. Це дозволяє експериментувати та перевіряти дизайн та конфігурацію продукту, процесу та системи.

3D-моделювання дедалі активніше застосовується в промисловості для створення та візуалізації нових рішень, що сприяє підвищенню їхньої якості й ефективності, зниженню рівня браку та значному скороченню термінів розробки.

Виробники постійно впроваджують нові підходи для вдосконалення процесу розробки продукції, прискорення її виходу на ринок і збереження конкурентної переваги в динамічному середовищі.

Дослідження показали, що розвинені виробники, які використовують 3D-моделювання на ранніх етапах розробки продукту, використовують у середньому в 1,6 разу менше фізичних прототипів продуктів, виводять продукти на ринок на 158 днів раніше та економлять до \$1,9 млн витрат на розробку порівняно з компаніями, які не звітують про використання моделювання [1].

Тривимірна візуалізація новітніх елементів надає виробникам ряд переваг в процесі розробки. Продукти можна тестувати у віртуальному середовищі, що дозволяє розробникам спробувати тисячі конфігурацій продуктів і вносити необмежену кількість змін за час, який зазвичай потрібен для створення одного фізичного прототипу.

1. Можна змоделювати «природну» поведінку продукту, виявити потенційні проблеми у функціонуванні продукту та вносити зміни негайно та без додаткових витрат.

2. Можна створити цифрове представлення рухів та їх окремих частин, щоб перевірити їх виконання та покращити технічні характеристики.

3. 3D-моделі дозволяють швидко вносити зміни для тестування нових ідей та інноваційних рішень, уникаючи зайвих витрат грошей, часу та ресурсів.

У сучасному умовах жорсткої конкуренції виробники повинні використовувати технології, які дозволяють їм розширити свої можливості моделювання та виводити продукцію на ринок швидше, ніж конкуренти. Модернізація ІТ-інфраструктури має вирішальне значення для зростання компанії, оскільки вона дозволяє виробникам отримати максимальну віддачу від швидкого виходу на ринок своїх інноваційних продуктів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Mourtzis Dimitris. Simulation in the design and operation of manufacturing systems: state of the art and new trends. *International Journal of Production Research*. 2019. 58. 1-23. 10.1080/00207543.2019.1636321.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Климовець Є. С., студ., e-mail: zenakliiovec@gmail.com

Науковий керівник – Шевченко Т. В.

Красноградський аграрно-технічний фаховий коледж ім. Ф. Я. Тимошенка

На сьогоднішній день розроблено велику кількість методів діагностики асинхронних двигунів в сільському господарстві, у зв'язку з чим актуальною стала задача вибору того чи іншого методу для використання у конкретному випадку.

Розглянемо показники, що впливають на параметри діагностування та виділимо найбільш важливі з них. Показники розіб'ємо на чотири великі групи, які у свою чергу, розбиваються на складові. До групи техніко-економічних показників нам необхідно віднести всі показники, що мають грошовий вираз, а саме: вартість обладнання, що діагностують; вартість ремонтних робіт; вартість запасних частин діагностуючого обладнання; ремонтні бригади (кількість осіб, кваліфікація, заробітна плата); місце проведення випробувань; амортизація; габарити обладнання, що діагностується; габарити діагностуючого обладнання; доставка обладнання, що діагностується; доставка діагностуючого обладнання; довговічність діагностичних приладів; залучення інших організацій. Для першого показника можна зробити висновок, що необхідно знизити витрати на придбання обладнання шляхом застосування системи взаєморозрахунку, бартерної системи, системи опту, шляхом залучення довгострокових контрактів. Для другого – зменшити витрати на проведення ремонтних робіт шляхом залучення більш кваліфікованого персоналу, скорочення часу простоїв у роботі обладнання та обслуговуючого персоналу.

До групи енергетичних показників можна віднести такі показники: витрати часу на діагностування; витрати електричної енергії на діагностування; енергоємність; застосовані джерела живлення (живлення з мережі, акумуляторні батареї). З цієї групи показників можна виділити найбільш значущі, до них належать такі показники: це витрати електричної енергії на діагностування, енергоємність, витрати на електротехнічні матеріали. Для першого показника необхідно знизити кількість витраченої електроенергії, шляхом одночасного діагностування відразу декількох електродвигунів, або за допомогою спеціального обладнання. Для другого необхідно скоротити, по можливості, витрати цієї енергії, шляхом більш жорсткого контролю за витратою енергії, а також застосовувати обладнання з нижчою витратою енергії.

До групи технологічних показників можна віднести такі: транспортабельність обладнання, що діагностує; транспортабельність обладнання, що діагностується; безпека проведення діагностичних робіт; трудомісткість робіт з діагностики; матеріаломісткість діагностичних робіт; собівартість діагностичних робіт; довговічність діагностичних приладів; ремонтпридатність обладнання для діагностики.

До групи біологічних показників ми зарахуємо такі: вміст шкідливих речовин у навколишньому середовищі; електромагнітне випромінювання обладнання; спрацьовування захисних пристроїв; температура довкілля; пил, пісок та інші мікроскопічні сполуки; вологість довкілля.

Завдяки оптимізації вибраних показників можна отримати найкращі результати діагностики, в залежності від методу діагностування та умов експлуатації електродвигунів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Губаревич О. В. Надійність і діагностика електрообладнання: підручник. Сєвєродонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. 248 с.
2. Моніторинг і діагностика електромеханічних об'єктів: навч. посібник / О. П. Чорний, Ю. В. Зачепа, В. К. Титюк, О. А. Чорна. Кременчук, 2019. 122 с.

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ РОЗСАДИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

Кононова О. О., бакалавр, e-mail: kononovalena2024@gmail.com

Науковий керівник – доц. Хандола Ю. М., e-mail: xandola@btu.kharkov.ua

Державний біотехнологічний університет

Вирощування розсади овочевих культур в умовах захищеного ґрунту економічно вигідне тільки при додатковому штучному опроміненні. Однак в цьому випадку біля половини собівартості розсади припадає на електроенергію, а це в умовах постійного зростання вартості енергоресурсів визначає необхідність її економії. В основу роботи установки покладено принцип забезпечення заданої дози опромінення підбором відповідної кількості проходів опромінювачів над рослинами. Також контролюється режим ввімкнення ламп і відповідність величини потоку випромінювання нормованому значенню.

Установка складається з приводної станції, тросової несучої конструкції для чотирьох опромінювачів з лампами типу ДРІ та щита керування. Привідна станція забезпечує пересування опромінювачів по несучому тросу вздовж теплиці з визначеною швидкістю, що залежить від заданої експозиції (дози) опромінення та потоку випромінювання лампи. Несуча конструкція складається з двох гілок сталюого дроту та натяжних роликів. На дроті в кожній гілці підвішені по два опромінювачі з лампами ДРІ МН 400w 6K Blue Solis Tek. Передбачена також можливість регулювання висоти підвісу опромінювачів.

У корпусах опромінювачів встановлені два фотоприймачі: один – для контролю наявності запалювання та розгорання лампи, другий – для контролю зміни величини потоку випромінювання в процесі роботи лампи і її фізичного «старіння» – зменшення потоку випромінювання в процесі строку служби.

Управління роботою установки автоматизоване, тобто після ручного встановлення заданої експозиції опромінення (пропорційно числу проходів опромінювачів) задатчиком дози та вмикання автоматичного режиму роботи, здійснюється автоматичне запалювання та розгорання ламп, контролюється їх робота в усталеному робочому режимі горіння дугового ряду та подається сигнал на вмикання електроприводу руху опромінювачів і виконується автоматичний відлік числа проходів опромінювачів над рослинами.

При досягненні кількості проходів заданого значення установка вимикається із мережі. При випадковому згасанні ламп установка також автоматично відключається від мережі.

Тривала експлуатація ламп призводить до їх старіння, з часом знижується потік випромінювання. Зниження потоку випромінювання від початкової (нормованої) величини контролюється фотодатчиком, встановленим в корпусі опромінювача, підсилений сигнал з фотодатчика подається на блок управління приладом переміщення опромінювачів, який пропорційно знижує швидкість руху опромінювачів. Таким чином, при зниженні рівня опроміненості тварин від ламп, задана експозиція опромінення забезпечується збільшенням часу опромінення.

Для точного дозування УФ-опромінення я пропоную змінювати швидкість руху опромінювачів. Одним з ефективних способів є плавне регулювання швидкості руху опромінювачів за допомогою частотного регульованого електропривода. Установка забезпечує підтримання заданої експозиції опромінення в автоматичному режимі роботи з урахуванням зміни потоку випромінювання при старінні або запиленні ламп та від коливання напруги в мережі живлення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Никифорова Л. Є. Обґрунтування енергозберігаючих режимів електричного опромінення рослин огірка в умовах захищеного ґрунту. *Зб. наук. пр.* Вип. 1. Т. 8. Мелітополь: ТДАТА, 1998. С. 41–46.
2. Червінський Л. С. Оптичні технології в тваринництві. К.: Наукова думка, 2003. С. 230.

АНАЛІЗ МОБІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ЗА ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРИЗНАЧЕННЯМ

Корольов А.О., аспірант, e-mail: andrey.korolew.3497@gmail.com

Науковий керівник – доц. Хандола Ю. М., e-mail: xandola@btu.kharkov.ua

Державний біотехнологічний університет

Для виконання різних видів робіт у фермерських господарствах промисловість випускає електроприводи різних конструкцій, для приготування кормів, машини для механізації робіт у землеробстві та рослинництві, обладнання для утримання тварин. Актуальною є проблема створення засобів електромеханізації з можливістю виконання декількох технологічних операцій одним електроприводом.

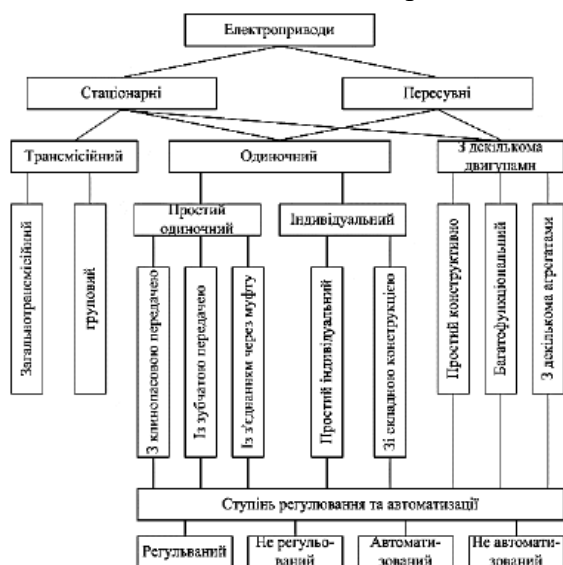


Рисунок 1. Класифікація електроприводів для фермерських господарств за технологічним призначенням

Трансмісійно-груповий електропривод складається з одного електродвигуна і невеликої трансмісії, яка надає рух одночасно групі машин. Переваги застосування групового електроприводу полягають у скороченні кількості електродвигунів, пуско-захисної апаратури. Недоліком групового електроприводу є те, що при роботі окремих машин електродвигун виявляється сильно недовантаженим і значення його ККД і $\cos \phi$ різко знижуються, крім цього в трансмісійних передачах великі втрати енергії.

Одиночний електропривод характерний тим, що кожна машина працює від окремого електродвигуна. Розвиток одиночного електроприводу призвело до створення ряду його модифікацій: простий одиночний, простий індивідуальний та особливий індивідуальний електропривод. У простому одиночному

електроприводі використовують звичайний серійний двигун, який однаково придатний для приводу різних машин: соломосилосорізки РСС-6,0, СНР-30, ДР-250, подрібнювачі кормів ПУФ-6, ЛАН-4, MS-16F, дробарки кормів KRAFT-4, КР-30А, CHOPPER – 1000. У простому індивідуальному приводі електродвигун приєднаний до робочої машини, це насамперед ручні електроінструменти, побутова техніка, машинки для стрижки та ін.

В особливому індивідуальному приводі, пристрій двигуна змінюється настільки значно, що його частини перетворюються на робочі органи машини. Наприклад, в дробарці «статор» електродвигуна обертається і за допомогою закріплених на ньому ножів подрібнює продукт. Використання електродвигуна з однією машиною, через малу річну кількість годин роботи не ефективне. Тому почали застосовувати пересувні електроприводи, у яких один і той же двигун, за певним графіком, використовується для декількох машин, що працюють у різні періоди доби або сезону.

Розробка мобільного універсального багатофункціонального електроприводу для фермерських та присадибних господарств, на основі існуючої малогабаритної техніки, дозволить підвищити продуктивність виробництва продукції, знизити капіталовкладення та покращити умови роботи працівників.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 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. 586 с.

2. Возняк О. М., Штуць А. А., Колісник М. А. Сучасні системи електроприводів. Теорія та практика: навчальний посібник. Вінниця: Твори, 2021. 280 с.

ВПЛИВ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕКСТРУДЕРА НА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІЕТИЛЕНОВИХ КОМПОЗИЦІЙ АГРОПРОМИСЛОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Костенко Д. В., e-mail: kostenko@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Міленін Д. М.

Державний біотехнологічний університет

Сучасне сільське господарство вимагає впровадження інноваційних технологій для оптимізації виробничих процесів та зниження витрат. Одним із ключових напрямків є виробництво полімерних композицій для агроупаковки, агрофільмів та інших матеріалів, що сприяє збереженню якості сільськогосподарської продукції. Екструдер відіграє важливу роль у отриманні стабілізованої композиції на основі поліетилену, забезпечуючи високу якість кінцевого продукту.

Екструдер застосовується для отримання поліетиленових композицій, що використовуються у виробництві агроупаковки та агрофільмів. Пристрій складається з комплексу обладнання, яке включає витратні бункери, системи пневмотранспорту, ленточні ваги-дозатори, завантажувальну воронку з шнековим дозатором, двошнековий екструдер, гранулюючу головку та допоміжні пристрої для охолодження і осушення. Принцип роботи базується на послідовній подачі грануляту та концентрату до завантажувальної воронки, де за допомогою шнека матеріал надходить до робочої зони екструдера. У робочій зоні відбувається плавлення, гомогенізація та фільтрація розплаву, що забезпечує рівномірний розподіл компонентів у складі композиції. Розплавлений матеріал проходить через формувальне обладнання і надходить до камери підводного гранулювання, де ножі формують гранули заданого розміру.

Отримані гранули охолоджуються та транспортуються водою в відділювач, де видаляється основна кількість води, а подальше осушення завершується в центрифугі. Інтегровані електричні та пневматичні системи управління забезпечують дистанційний моніторинг технологічних параметрів, що дозволяє своєчасно коригувати режим роботи і підтримувати стабільність виробництва. Точне дозування концентратів сприяє досягненню оптимальних фізико-хімічних характеристик отриманої композиції, що є критичним для якості агроупаковки. Регулювання швидкості обертання ріжучих ножів впливає на рівномірність гранулювання та забезпечує стабільний розмір гранул. Високоточна автоматизація дозволяє знизити енергоспоживання і виробничі витрати, що є важливим чинником у сучасному аграрному виробництві. Впровадження даної технології сприяє підвищенню продуктивності агропідприємств завдяки оптимізації технологічних процесів. Інноваційні рішення, використані в екструдері, дозволяють адаптувати процес до змін технологічних умов і вимог ринку. Оптимізація роботи екструдера сприяє підвищенню конкурентоспроможності аграрного комплексу за рахунок зниження витрат і покращення ефективності виробництва. Загалом, застосування екструдера у виробничих процесах аграрного комплексу дозволяє забезпечити стабільну якість продукції та досягти високої продуктивності.

Проведене дослідження демонструє високу ефективність технологічної лінії у виробництві композицій на основі поліетилену. Точне налаштування технологічних вузлів та автоматизація процесів забезпечують стабільну якість кінцевого продукту та оптимізацію витрат. Отримані результати є основою для подальших досліджень щодо вдосконалення технологій переробки поліетилену.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Іванов І. І., Козак В. Ю. Автоматизація технологічних процесів в аграрному виробництві. Харків: Енергоатом, 2017. 240 с.
2. Сидоренко П. П. Інноваційні технології у виробництві агроупаковки. Львів: Аграрна Наука, 2019. 280 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВЕНТИЛЯТОРІВ ПРИМІЩЕННЯ ДЛЯ УТРИМАННЯ КУРЕЙ

Курдяєв О. І., аспірант, e-mail: looperook@gmail.com

Науковий керівник – доц. Сотнік О. В.
Державний біотехнологічний університет

Використання перетворювачів частоти (ПЧ) у вентиляційних системах тваринницьких приміщень є ефективним способом підвищення енергоефективності [1]. Це дозволяє не лише суттєво знизити витрати на електроенергію, а й покращити умови утримання тварин, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню їхньої продуктивності. Дослідження показують, що впровадження ПЧ у вентилятори тваринницьких приміщень, дозволяє зменшити енергоспоживання на 20–50% залежно від режиму експлуатації. Це актуально, в тому числі, і для приміщень для утримання курей.

Традиційні схеми керування електроприводами вентиляторів часто працюють у режимі «On/Off», що не дозволяє гнучко регулювати їхню продуктивність та призводить до надмірного споживання електроенергії. Варіанти схем керування ПЧ на один двигун чи на групу вентиляторів (наприклад, 4–6 штук). Переваги на групу двигунів: дешевше, простіше налаштування. Недоліки: усі вентилятори працюють однаково, менша гнучкість. Окремий ПЧ на кожен вентилятор. Переваги: точне регулювання кожного вентилятора. Недоліки: вища вартість обладнання. Оптимальний варіант: один ПЧ на 3–4 вентилятори – баланс між вартістю та ефективністю. Типові вимоги до ПЧ для вентиляторів пташників на 10000 голів: потужність: 1,5–5,5 кВт (залежить від вентилятора), живлення: 3-фазне 380В; керування: PID-регулювання, підтримка Modbus або ProfiBus для підключення до систем автоматизації; функції: м'який пуск, захист від перевантаження, аварійне відключення. Рекомендовані моделі ПЧ: Danfoss VLT HVAC Drive FC 102 – спеціально розроблений для вентиляційних систем, PID-регулятор, енергоефективність; Siemens SINAMICS G120 – підтримка керування по Modbus/ProfiNet, PID-регулятор, плавний пуск; ABB ACS580 – промисловий частотник із високою енергоефективністю, інтеграція з автоматикою; Schneider Electric Altivar ATV320 – компактний, підтримка датчиків температури, PID-контроль. Вентилятори у пташниках зазвичай мають потужність 0,75–3 кВт. Оптимальним варіантом є використання високоефективних електродвигунів (ВЕ ЕД) IE3 (ККД 92–94%) або IE4 (ККД 95–97%) [2].

Використання в електроприводі вентиляторів приміщень пташників на 10000 голів ВЕ ЕД забезпечить економію електроенергії на 5–10% в порівнянні з двигуном серії АІР тієї ж потужності, довший строк служби двигунів за рахунок зменшення нагрівання обмоток, менші струмові перевантаження, вищу механічну стійкість та надійність. Керування за допомогою ПЧ забезпечить плавне регулювання швидкості вентилятора відповідно до температури, вологості та рівня CO₂ у пташнику; зниження енергоспоживання вентилятора на 20%, зменшення споживаної потужності до 50%; плавний пуск – усуває удари струму, зменшує механічний знос, автоматичне керування (PID-регуляція) – вентилятор сам змінює оберти відповідно до кліматичних умов, зменшення шуму – при зниженій швидкості вентилятор працює тихіше, збільшення ресурсу двигуна – зменшуються механічні навантаження, що подовжує термін служби, інтеграцію в систему автоматизації – можливість підключення до контролерів і диспетчеризації.

Використання ПЧ та ВЕ ЕД IE3/IE4 значно зменшує енергоспоживання, покращує мікроклімат у пташнику, збільшує надійність обладнання і дозволяє автоматизувати систему вентиляції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Іваненко П. М. Ефективність системи вентиляції у тваринницьких приміщеннях. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 2. С. 45–52.
2. ДСТУ EN 60034-30-1:2018. Високоефективні електродвигуни змінного струму.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ МАНІПУЛЯТОРА ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖУ

Лисянська А. В., бакалавр, e-mail: tte_nniekt@ukr.net
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.
Державний біотехнологічний університет

Системи керування електроприводами маніпуляторів широко використовуються в промисловості, логістиці та будівництві. Вертикальне переміщення вантажу потребує точного регулювання швидкості, плавності руху та надійності системи. У статті розглянуто принципи керування електроприводом маніпулятора, вибір електродвигуна та регулюючих пристроїв.

При створенні системи керування електроприводом маніпулятора необхідно враховувати такі фактори:

Точність переміщення – важливо забезпечити мінімальні відхилення від заданої траєкторії руху.

Плавність роботи – система повинна запобігати різким поштовхам, що можуть призвести до пошкодження вантажу або конструкції маніпулятора.

Захист від перевантажень – необхідно передбачити механізми для запобігання перевищенню допустимого навантаження на електродвигун.

Автоматизація процесу – можливість інтеграції з програмованими логічними контролерами (ПЛК) для виконання заданих алгоритмів руху.

Вибір електроприводу

Для керування вертикальним переміщенням вантажу застосовують:

Асинхронні двигуни з частотним регулюванням – забезпечують стабільну швидкість та простоту керування.

Серводвигуни – мають високу точність позиціонування та динамічні характеристики.

Гідроелектричні приводи – використовуються для важких вантажів, забезпечуючи плавний хід.

Оптимальним вибором є серводвигун із замкненою системою зворотного зв'язку, що дозволяє точно регулювати положення маніпулятора.

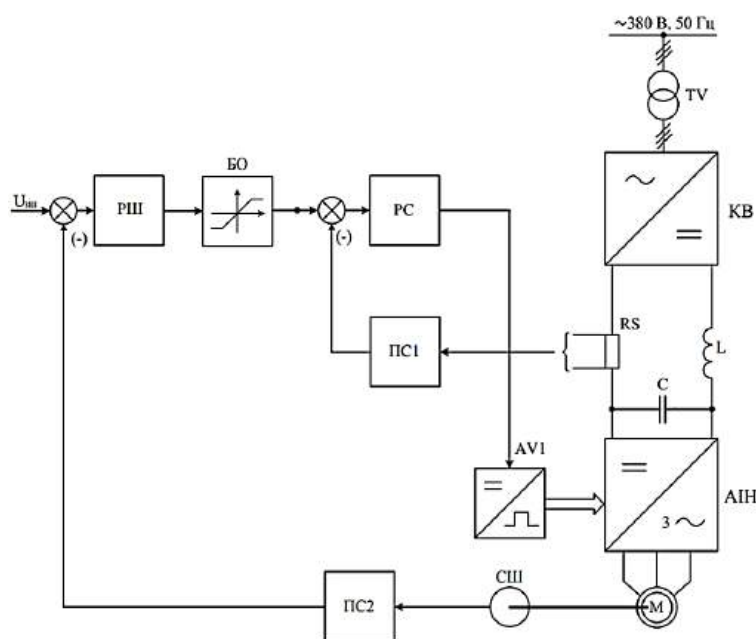


Рисунок 1 – Загальна схема системи керування

Система складається з:

- Електродвигуна (серводвигун або асинхронний двигун з інвертором).
- Частотного перетворювача або сервопідсилювача.
- Енкодера або датчика положення.
- Контролера ПЛК Siemens S7.
- Інтерфейсу взаємодії з оператором.

Керуючий сигнал від контролера передається на частотний перетворювач, який регулює швидкість обертання двигуна. Датчики положення визначають поточне положення маніпулятора та передають дані на контролер, який коригує рух у реальному часі.

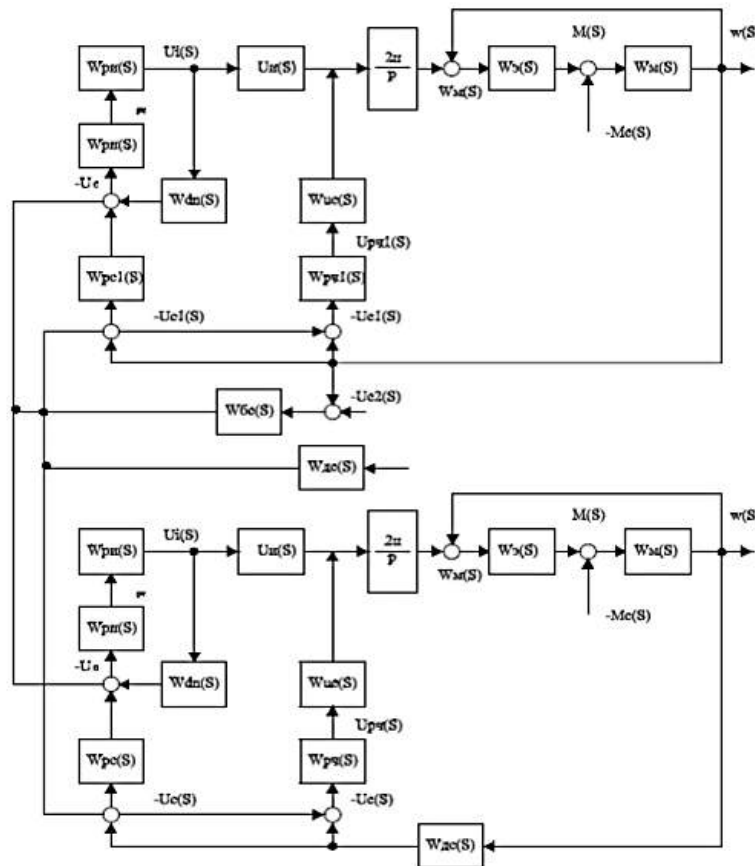


Рисунок 2 – Структурна схема системи управління частотного електропривода

Розглянута система керування електроприводом маніпулятора забезпечує точне вертикальне переміщення вантажу, підвищує ефективність роботи та безпеку. Використання сучасних частотних перетворювачів і сервоприводів дозволяє досягти високої продуктивності та надійності системи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Андрієнко В. М. Електропривод і системи керування. Київ: Ліра-К, 2021.
2. Глінка В. С. Електромеханічні системи та їх автоматизація. Львів: Вид-во ЛНТУ, 2020.
3. ДСТУ EN 61800-3:2018. Системи електроприводу з регульованою швидкістю. Частина 3. Вимоги до електромагнітної сумісності.
4. Пустовий О. В. Автоматизація виробничих процесів та електроприводи. Харків: Факт, 2019.
5. Соколов В. І. Приводи та механізми робототехнічних комплексів. Одеса: ОНПУ, 2018.

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЦЕНТРИФУГИ НА ЦУКРОВОМУ ЗАВОДІ

Литвинов Д. В., студ., e-mail: litvinov9_dv@gmail.com

Мироненко А. А., студ., e-mail: mironenkoanton21@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гузенко В. В.

Державний біотехнологічний університет

Основним механізмом, який виконує кристалізацію утфеля на цукровому заводі, є центрифуга. У зв'язку з постійним зростанням вимог до якості та безпеки виготовлення цукру, а також збільшенням обсягів виробництва, технологічний процес потребує постійної модернізації та автоматизації [1]. Автоматизовані системи керування при виготовленні цукру дозволяють підвищувати продуктивність зі зниженням енерговитрат в електроприводах та оптимізувати технологічні процеси.

Мета статті – розробка заходів по зниженню енерговитрат в електроприводах центрифуги при виготовленні цукру.

На підприємствах по переробці цукрових буряків поява нових технологій та все більша різноманітність механізмів, машин та агрегатів висувають перед системою автоматичного керування електроприводами нові та складні завдання. Якщо для окремих механізмів потрібно лише забезпечення плавного пуску електродвигуна, то для інших встановлених механізмів на одній технологічній лінії (для підвищення продуктивності) виникає необхідність плавного і синхронно змінювати робочу частоту обертання всіх двигунів [2]. У цих випадках вимоги точності стабілізації частоти обертання кожного двигуна визначається лише необхідністю підтримання заданої продуктивності [3].

У науковій роботі була розроблена схема керування електропривода фільтруючої підвісної центрифуги. Для ротора центрифуги була розрахована потужність приводного двигуна, проведений вибір двигуна, силового устаткування. Побудовані механічні характеристики в режимах пуску і гальмування електроприводу. Отриманий математичний опис силових частин електроприводу як об'єкта управління.

Розглянуто класифікацію та зовнішній вигляд центрифуги. А також основні режими його роботи. Здійснено розрахунок статичного моменту на валу двигуна, час роботи та побудовано тахограми механізму. Здійснено техніко-економічне обґрунтування вибору системи керування на користь системи: перетворювач частоти – асинхронний двигун. Вибрано двигун для центрифуги. Здійснена перевірка правильності вибору електричного двигуна методом еквівалентного моменту. Розраховано силові елементи, такі як автоматичний вимикач та запобіжник для захисту двигуна від перевантажень та струму короткого замикання. Вибрано типи та габарити цих елементів для обраного двигуна. розроблено структурну схему електропривода, на основі якої накреслена електрична принципова.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Корчемний М. О., Федорейко В. С., Щербань В. П. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. С. 84–90.
2. Моделювання регульованого електропривода, апаратів та потокових ліній / Л. С. Червінський, І. М. Голодний, Ю. М. Лавріненко та ін. Київ: Агроосвіта. 2013. 240 с.
3. Регульований електропривод: підручник / І. М. Голодний, Ю. М. Лавріненко, В. В. Козирський, Л. С. Червінський, Д. А. Абдураманов, А. В. Торопов, О. В. Санченко. Київ: ТОВ «ЦП "Компринт"», 2015. 509 с.

АВТОМАТИЗАЦІЯ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДАЧІ ВОДИ У ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Логвиненко Н. В., e-mail: nazarlogvinenko2@gmail.com
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Міленін Д. М.
Державний біотехнологічний університет

Ефективність роботи сучасних фермерських господарств значною мірою залежить від безперебійного забезпечення технологічною водою, яка використовується для зрошення сільськогосподарських культур, напування тварин та інших технологічних потреб. Тому впровадження автоматизованих насосних установок з електроприводами, що забезпечують економію ресурсів та стабільні параметри роботи, є актуальним завданням для розвитку сучасного фермерського господарства.

Автоматизована насосна установка, призначена для подачі води у фермерське господарство, складається з насосного агрегату, асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором, частотного перетворювача, системи контролю й управління. Запроектована насосна станція забезпечує подачу води до 135 м³/год із максимальним напором до 66 метрів, що повністю задовольняє потреби більшості господарств аграрного сектора. Для ефективної та економічної роботи насосного обладнання передбачено регулювання частоти обертання робочого колеса насоса за допомогою автоматизованого електроприводу.

Установка обладнана електродвигуном, який забезпечує номінальну частоту обертання робочого колеса насоса до 2900 об/хв. Частотне регулювання здійснюється за допомогою програмованого перетворювача частоти, що дозволяє ефективно змінювати режими роботи відповідно до потреб водоспоживання. Це забезпечує зниження витрат електроенергії та дозволяє підтримувати заданий напір води у фермерській мережі з точністю не менше 1%.

Система управління насосної установки передбачає роботу в двох режимах: автоматичному та ручному. В автоматичному режимі оператор здійснює лише контроль за працездатністю обладнання, оскільки параметри подачі води, напору, температури рідини контролюються спеціальними датчиками й регулюються автоматично. Встановлене обладнання забезпечує плавний пуск насосних агрегатів, унеможливаючи гідравлічні удари й перевантаження в мережі. Крім того, насосна станція оснащена аварійним агрегатом для забезпечення безперервного водопостачання у разі виходу з ладу основного насоса. Особливу увагу приділено проектуванню автоматизованої системи управління (АСУ), яка забезпечує контроль мінімальної та максимальної витрати води, автоматичне включення резервного обладнання у випадку аварійної ситуації, а також повний захист насосної установки від несприятливих режимів роботи, таких як коротке замикання, перевантаження по струму та перегрів електродвигуна.

Запропонована автоматизована насосна установка з частотно-регульованим асинхронним електроприводом забезпечує стабільну й ефективну подачу води у фермерське господарство, дозволяє знизити енергоспоживання та суттєво підвищує надійність і точність регулювання технологічного процесу. Впровадження даної системи автоматизації є раціональним рішенням для сучасних фермерських господарств, що сприяє підвищенню продуктивності аграрних підприємств та зниженню експлуатаційних витрат.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Коваленко В. І., Петров О. І. Електродвигуни асинхронні: теорія та практика. Київ: Енергоатом, 2015. 320 с.
2. Петров С. О. Частотні перетворювачі: принципи роботи та застосування. Львів: Технічна література, 2018. 280 с.

ДИНАМІКА АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА З НЕЧІТКИМ РЕГУЛЯТОРОМ У СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Логвиненко Н. В., студ., e-mail: logvinenko_n2018@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гузенко В. В.

Державний біотехнологічний університет

Одним з основних завдань керування насосними агрегатами систем водопостачання та водовідведення є стабілізація статичного напору в системі [1]. Необхідність стабілізації напору в цих системах обумовлена змінним характером режиму водоспоживання, що вимагає безперервних змін в режимі роботи насосних агрегатів [2].

Крім того, при побудові систем керування електроприводом водопостачання нерідко виникає проблема неточного або неповного опису об'єкта керування, що не дає можливості здійснити коректне налаштування класичних ПІД-регуляторів напору і забезпечити задану якість регулювання, ускладнює керування, обмежує швидкодію, вимагає застосування модифікованих алгоритмів керування.

Метою роботи є дослідження динаміки асинхронного електропривода мережевого насоса з ПІД-подібним нечітким регулятором.

Для досягнення поставленої мети в роботі потрібно розв'язати наступні завдання: побудувати модель асинхронного електропривода мережевого насоса та виконати синтез ПІД-подібного нечіткого регулятора; провести моделювання системи керування електропривода з ПІД-подібним нечітким регулятором в Scilab; виконати порівняльний аналіз роботи асинхронного електропривода мережевого насоса з класичним і нечітким регуляторами [3].

Імовірніше водоспоживання вимагає постійних змін режиму роботи насосних агрегатів для підтримання необхідних технологічних параметрів (витрати, напору) з мінімальним енергоспоживанням [4].

Це завдання вирішується системою автоматичного регулювання, яка стабілізує напір у диктувальних точках мережі. Сигнали від датчика тиску і задавального пристрою передаються до регулятора напору для подальшої обробки та керування електроприводом насосного агрегату.

У роботі наведено залежності для обчислення витрат, напору та статичного моменту насоса.

У роботі побудовано модель асинхронного електропривода з нечітким регулятором для системи водопостачання, яка дозволяє досліджувати робочі параметри та динаміку при зміні режимів насосного агрегату.

Імітаційне моделювання в Scilab показало ефективність застосування нечіткої логіки в ПІД-регуляторах та підтвердило перспективність такого підходу.

Запропоновано алгоритм синтезу регулятора напору з використанням модуля sciFLT для практичного застосування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Рябенко В. К., Тарасенко В. А. Електроприводи і автоматизація. Київ: Вид-во Національного університету харчових технологій, 2018. 350 с.
2. Селіванов А. І., Гладкий В. М. Теорія автоматичного управління. Київ: Академперіодика, 2016. 400 с.
3. Закладний О. М., Прокопенко В. В., Закладний О. О. Електропривод: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2008. 316 с.
4. Логвінов Г. С., Прядко В. А., Яремчук Л. М. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. Ж., 2013.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПОДРІБНЮВАЧА ЗЕРНА

Максак Є. І., студ., e-mail: maksakg2003@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гузенко В. В.

Державний біотехнологічний університет

У зв'язку з постійним зростанням вимог до якості та безпеки зернових продуктів, а також збільшенням обсягів виробництва, елеватори потребують постійної модернізації та автоматизації [1].

Дослідження показують, що широко розповсюдженими технологічними операціями, що становлять технологічний процес приготування концентрованих кормів, є подрібнення фуражного зерна та зеленої маси [2].

Для подрібнення фуражного зерна і грубих кормів використовують дробарки різної конструкції [3]. Враховуючи те що процес подрібнення зерна є одним з найбільш важливих процесів приготування кормів, було проведено в роботі аналіз існуючих конструкцій дробарок.

Продуктивність машини, якість перероблюваного продукту і енергоємність процесу значною мірою залежать і від виду перероблюваного продукту та його якісних характеристик (вологість, крупність тощо). Зважаючи на це, при проектуванні електропривода слід передбачати регулювання [3, 4].

Метою наукової роботи є розробка заходів по зниженню енерговитрат в електроприводах на зерноочищувальних комплексах

У результаті розрахунків з використанням рівнянь які описують робочу машину, були отримані данні і побудована приводна характеристика дробарки.

Результати досліджень, проведених на дробарках, показують, що при збільшенні швидкості продуктивність дробарки пропорційно зростає з одночасним зменшенням крупності помелу та енергоємності.

Для підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення комбікормів, в роботі, приведені детальні рекомендації використовувати Altivar Process ATV900 – перетворювач частоти нового покоління.

Всі необхідні опції вбудовані в цю модель перетворювача і зводить до мінімуму завдання вибору додаткових зовнішніх дроселів і фільтрів.

Серія ATV900 розроблена для управління швидкістю і моментом таких механізмів, як подрібнювач зерна з постійним або змінним моментом навантаження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Логвінов Г. С., Прядко В. А., Яремчук Л. М. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. Ж., 2013.
2. Гончаров Ю. П., Будьонний О. В., Морозов В. Г. Перетворювальна техніка: підручник. Харків: Фоліо, 2000. Ч. 2. 360 с.
3. Барало О. В. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування: навчальний посібник. Таращанського коледж. 2010. 457 с.
4. Голодний І. М., Санченко О. В. Регульований асинхронний електропривод вентиляційної системи з широтно-імпульсним керуванням. Київ: ТОВ «ЦП "Компринт"», 2020. 117 с.

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ
І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ У СВИНАРНИКУ-ВІДГОДІВЕЛЬНИКУ

Метелиця М. О., студ., e-mail: metelitsa225m@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гузенко В. В.

Державний біотехнологічний університет

В основі технології виробництва на свинарських комплексах, великих репродуктивних і відгодівельних фермах лежить потоковий метод промислового безперервного цілорічного рівномірного відтворення поголів'я і виробництва свинини.

Застосування електрифікації і автоматизації у процесах виготовлення і роздачі кормів дає значні економічні ефекти.

Широкі можливості для застосування електропривода мобільних машин відкриваються у тваринництві, особливо на фермах і комплексах промислового типу. Завдяки невеликим відстаням переміщення електромобільні машини використовуються для механізації основних процесів: навантаження із сховищ та складських приміщень у транспорті різних видів кормів; транспортування вантажів по території ферми; роздавання тваринам кормів і кормо сумішей; прибирання, навантаження в транспортні засоби і буртування гною; проведення санітарно-профілактичних заходів (дезінфекція, дезінсекція, опромінення тварин).

Метою наукової роботи є дослідження електротехнічного обладнання для приготування і роздавання кормів у свинарнику відгодівельнику.

Для виконання досліджуваних операцій застосовують електромобільні кормонавантажувачі, кормороздавачі, прибиральники і навантажувачі гною, електрокари, пересувні установки для опромінення тварин і птахів, дезінфекції і дезінсекції приміщень. Машини можуть рухатись по твердому покриттю, рейкових колій або підвісних дорогах. Для живлення електродвигунів використовують гнучкі кабелі, тролі або акумулятори.

Електрифікований кормороздавач КЭС-1.7 призначений для перемішування і двостороннього дозованого роздавання вологих кормових сумішей та сухих концентрованих кормів у приміщеннях свиноферми з централізованим приготування кормів у кормоцеху.

У науковій роботі були проведені розрахунки, на основі яких побудовано механічну характеристику кормороздавача КЭС 1.7 і електродвигуна для його приводу.

Для приводу шнека вибрано асинхронний електродвигун серії АИР112МА8УЗ номінальна потужність якого $P_n = 2,2$ кВт. Проведено перевірку вибраного електродвигуна на можливість пуску під навантаженням і перевантажувальну здатність. Вибраний електродвигун відповідає вищезгаданим вимогам.

Визначено зведені до валу електродвигуна момент статичного опору і момент інерції приводу. З розрахунків можна зробити висновок, що вибраний електродвигун забезпечує нормальну роботу установки. Визначено тривалість пуску системи «електродвигун – робоча машина», вона становить 0,572 с, крім того, побудовано графік динаміки розгону електроприводу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електропривід сільськогосподарських машин / Кащенко П. С., Нагорний А. В. та ін. К.: Вища школа, 2010. 407 с.
2. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній / Є. Л. Жулай, Б. В. Зайцев, Ю. М. Лаврінченко та ін. К.: Вища школа, 2001. 288 с.

РОЗРОБКА ПУЛЬТА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЗМІШУВАЧА
З ОПТИЧНИМ КОНТРОЛЕМ ОДНОРІДНОСТІ КОРМУМірошніченко О. І., магістр, e-mail: 7aka@i.ua

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Аналіз статистичних даних показує, що свинина, як повноцінний продукт харчування у м'ясній частині раціону людини займає близько 40 %, а в деяких країнах Західної Європи цей показник сягає від 60 % до 80 %. В Україні останніми роками споживання свинини з субпродуктами та жирами на душу населення становило лише 15–18 кг, а для порівняння в Європі – майже 37 кг. У сільськогосподарських, підприємствах промислового типу, України утримувалось 52 % поголів'я свиней, а на частку особистих господарств населення припадає 48 % поголів'я [1]. Основним елементом сучасних технологій є перехід на потокову систему виробництва з виробничим циклом 182–189 днів. Для цілорічного стабільної кількості продукції потрібно запроваджувати потокову систему отримання опоросів з відлученням поросят у 21–35 денному віці. Вказана технологія може бути реалізована завдяки впровадженню нових підходів до приготування і годування тварин, а також використання енергоощадних технологій побудованих на сучасних технічних рішеннях і приладах [2].

Таким чином, подальше вдосконалення технології відгодівлі свиней пов'язане з удосконаленням пристроїв і систем приготування кормів та кормосумішей на свинокомплексах. Відомо, що одним із напрямків по покращенню приготування кормо сумішей є поряд з удосконаленням методики вибору електродвигунів для електроприводів змішувачів кормів, розробка пристрою для контролю за однорідністю змішування окремих інгредієнтів корму в процесі приготування кормосумішей [3]. Так, пропонується систему керування електроприводом змішувача доповнити пристроєм оптичного контролю однорідності змішування інгредієнтів корму. Автоматизована системи керування побудована на використанні методу стереопсиса. Вказана операція основана на використанні згорткової штучної нейронної мережі для розпізнання вмісту окремих інгредієнтів корму в загальній кормосуміші. Наступна операція пов'язана з їх ідентифікацією, яка дозволяє системі отримати виміри в реальному часі об'єктів, завдяки встановленим відеокамерам, які розміщуються на різній відстані від ємності змішувача. Реалізація запропонованого алгоритму роботи системи досягається завдяки використанню двох відеокамер, заданими своїми матрицями у визначеній системі координат [4].

Епіполярну геометрію використовують для пошуку стереопар, а також для перевірки того, що пара точок може бути стереопарою, тобто проекції зображення і формується матриця [5], а далі формується керуючий сигнал для керування роботою електропривода змішувача.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991-2017-2030 pp.) / за ред. М. І. Башенка. Київ: Аграрна наука, 2017. 160 с.
2. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / за ред. Я. М. Гадзала, М. І. Башенка, В. М. Жука, Ю. О. Лупенка. Київ: Аграрна наука, 2016. 216 с.
3. Удосконалення методики вибору електродвигунів для електроприводів змішувачів кормів / Ю. М. Хандола, М. Л. Лисиченко, А. І. Середа, О. Ю. Назаренко. *Вісник ХНТУСГ. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України*. Харків: ХНТУСГ, 2007. Вип. 195. Т. 1. С. 83–86.
4. Tasdemir S. Determination of Body Measurements on the Holstein Cows by Digital Image Analysis Method and Estimation of Their Live Weight. Ph. D. thesis, Selcuk University, Konya, Turkey, 2010.
5. Hartley R. I., Zisserman A. Multiple View Geometry. Cambridge University Press, 2004.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ ВІДКАЧУВАННЯ МЕДУ

Омельченко В. Б., магістр, e-mail: vladomelchenkomelilo@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Аграрний сектор України в останні декілька років є одним із основних джерел фінансових надходжень в бюджет країни. Зокрема, така його підгалузь, як бджільництво активно постачає свою продукцію на закордонні ринки і приносить немалу валютну виручку. Тому, доцільно проводити заходи щодо підвищення ефективності виробництва меду та удосконалення технологічного і технічного оснащення на основі нових підходів і рішень, які забезпечуватимуть виробництво, переробку та фасування якісної і конкурентоздатної продукції, створення інфраструктури з наявністю як великих промислових підприємств, так і дрібнотоварних виробництв та обслуговуючих кооперативів [1].

Аналіз науково-технічної літератури показує, що до основних проблем, які стримують розвиток бджільництва зокрема відносяться: переважання виробництва продукції, близько 85–90 %, дрібними виробниками на рівні домогосподарств, що суттєво ускладнює забезпечення якості продукції; низький рівень технологічного і технічного забезпечення виробництва, переробки і фасування [2].

Так, процес відкачування меду, вибраною медогонкою, відбувається в три етапу. Перший етап – відкачування, на малій швидкості, першої сторони рамки – витікає 15 % від загальної маси меду в рамці. Через заданий проміжок часу двигун зупиняється, автоматично включається реверс, касети перевертаються для відкачування другої сторони. Другий етап – відкачування меду з другої сторони рамки – 50 %, спочатку на малій швидкості, потім без зупинки через заданий проміжок часу, двигун прискорюється – виконується повна осушка другої сторони на високій швидкості та зупинка. Третій етап – включається реверс, касети перевертаються для відкачування 35 % меду та повної осушки першої сторони на високій швидкості (рис. 1).

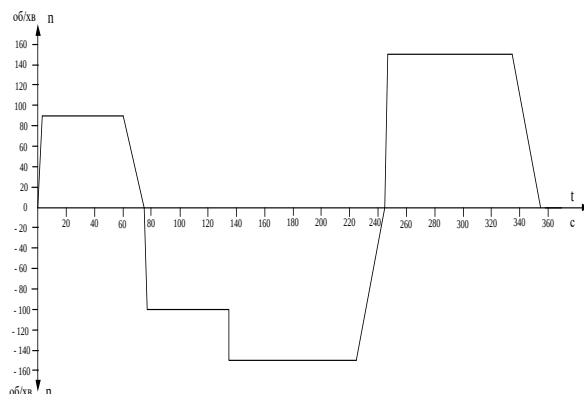


Рисунок 1 – Графік роботи електропривода центрифуги з відкачування меду

Технічна реалізація наведеного графіка полягає в застосуванні програмованого мікропроцесорного реле компанії *Schneider Electric* типу *Zelio Logic*.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / за ред. Я. М. Гадзала, М. І. Башенка, В. М. Жука, Ю. О. Лупенка. Київ: Аграрна наука, 2016. 216 с.

2. <https://www.electrocentr.com.ua/products/products/plc/zelio.html>.

ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРІЧКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ

Патока І. О., студ., e-mail: patoka.ivan2018@gmail.com
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гузенко В. В.
Державний біотехнологічний університет

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. 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 %) [1, 2].

Мета статті – визначити вплив несиметрії напруги на енергетичні характеристики стрічкових транспортерів та запропонувати методи зменшення негативних наслідків. Для цього проведено аналіз змін механічних і енергетичних характеристик електропривода при різних рівнях несиметрії напруги.

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.

Основні результати: 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. Змінні втрати потужності асинхронного електродвигуна при несиметрії напруги зростають через збільшення ковзання, що спричиняє додаткове нагрівання ротора і статора та передчасне старіння ізоляції. 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. Харків: ХНТУСГ; Факт, 2012. 500 с.
2. Теорія електропривода: підручник для студ. вузів, які навч. за спец. «Електропривод і автоматизація промислових установок і технологічних комплексів» / за ред. М. Г. Поповича. Київ: Вища школа, 1993. 494 с.

ОХОРОНА ПРАЦІ ОПЕРАТОРІВ ІНКУБАТОРА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Постєвничий Д. В., магістр, e-mail: Dimasking999@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, ст. 38, заходи психологічного захисту населення спрямуються на зменшення та нейтралізацію негативних психічних станів і реакцій серед населення у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій і включають [1]: планування діяльності, яка пов'язана з психологічним захистом; своєчасне застосування ліцензованих та дозволених інформаційних, психопрофілактичних і психокорекційних методів впливу на особистість; виявлення чинників, які сприяють виконанню соціально психологічної напруженості; використання сучасних психологічних технологій для нейтралізації негативного впливу чинників надзвичайних ситуацій на населення; здійснення інших заходів психологічного захисту залежно від ситуації, яка склалася. Схематично виникнення емоційного стресу можна представити у вигляді послідовного розвитку подій (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема виникнення емоційного стресу

Враховуючи наведені можливості отримання емоційного стресу, особливо з умов наявності сучасних умов життя і праці відповідним спеціалістам доцільно проводити відповідні організаційні заходи для профілактики емоційного стресу зокрема серед операторів інкубатора птахоферми. Від їх комфортних умов роботи залежить якість процесу отримання добового молодняка птиці, інакше втрати будуть значними але ще важливішим є наслідки які будуть спостерігатись у людей: різке погіршення самопочуття і психоемоційного стану; виникнення почуття розгубленості; зниження моральної нормативності поведінки та рівня ефективності діяльності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кодекс цивільного захисту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
2. Шутаева Е. А., Тропанец Н. А. Продовольственная безопасность как социально-экономическая категория, ее содержание и основные направления обеспечения в условиях глобализации. Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Экономика и управление». Мелитополь, 2010. № 11, т. 23(62). С. 174–185.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ КЛИНОПОДІБНОЇ
ЗАСУВКИ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ФЕРМИ ВРХПрокопенко В. С., студ., e-mail: veremeeffvlab@gmail.com

Науковий керівник – ст. викл. Сухін В. В.

Державний біотехнологічний університет

Система водопостачання є важливою складовою ферми великої рогатої худоби (ВРХ). Вона забезпечує тварин необхідною кількістю води. Одним із ключових елементів системи є клиноподібна засувка, яка регулює потік води. У традиційних системах управління засувками застосовуються механічні приводи, які вимагають ручного керування, що знижує ефективність роботи та підвищує витрати на обслуговування [1].

Автоматизація управління засувкою за допомогою електропривода дозволяє знизити витрати ручної праці, підвищити швидкість і точність регулювання, а також забезпечити можливість дистанційного керування. Розробка такої системи є актуальною задачею, яка сприятиме підвищенню ефективності водопостачання на фермах ВРХ.

Дослідження в галузі автоматизації технологічних процесів свідчать про ефективність використання електроприводів у керуванні запірною арматурою. Також дослідження вказують на необхідність використання інтелектуальних систем управління, які можуть регулювати швидкість відкриття та закриття засувки, запобігаючи гідравлічним ударами і підвищуючи надійність системи [2].

Метою даного дослідження є розробка системи управління електроприводом клиноподібної засувки, яка забезпечить: точне регулювання потоку води, зменшення експлуатаційних витрат, підвищення надійності та довговічності роботи системи, можливість інтеграції з автоматизованими системами моніторингу.

Система управління складається з електродвигуна, контролера, датчиків положення та тиску. Контролер обробляє дані з датчиків та керує електроприводом засувки. Впровадження PID-регулятора дозволяє забезпечити плавне керування засувкою, зменшуючи ризик гідравлічних ударів.

Розрахунок потужності електродвигуна базується на аналізі гідравлічного опору засувки та необхідного крутного моменту. Вибір контролера здійснюється на основі функціональних вимог, які висуває до нього об'єкт керування, з урахуванням енергозбереження та можливості інтеграції в загальну систему моніторингу ферми [3–5].

Автоматизована система управління електроприводом клиноподібної засувки забезпечує ефективне регулювання водопостачання на фермі ВРХ. Вона дозволяє зменшити витрати на ручне обслуговування, підвищити надійність обладнання та знизити енергоспоживання. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку інтелектуальних алгоритмів керування та інтеграцію системи з технологіями Інтернету речей (IoT).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шадура В. О., Кравченко Н. В. Водопостачання та водовідведення: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2018. 343 с.
2. Автоматизація виробничих процесів: підручник / Черевко О. І., Кіптела Л. В., Михайлов В. М., Загорулько О. Є. Харків, 2014. 186 с.
3. Електропривод і автоматизація: навч. посіб. / О. Ю. Синявський та ін. 2-ге вид., доп і перероб. Київ, 2015. 604 с.
4. Регульований електропривод: підручник / І. М. Голодний та ін. Київ: ТОВ «ЦП «Компринт»», 2015. 509 с.
5. Бабічева О. Ф., Єсаулов С. М. Автоматизоване проектування електромеханічних пристроїв, компонентів цифрових систем керування та діагностичних комплексів: навч. посіб. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 355 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСА ПОДАЧІ ТЕПЛОНОСІЯ В ТЕПЛИЦІ

Проценко О. В., магістр, e-mail: Xwhoamix77@gmail.com
Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.
Державний біотехнологічний університет

Відповідно до розробленої «Стратегії розвитку...» прогнозується зростання обсягів виробництва овочів в спорудах захищеного ґрунту з 590,5 тис. т до 1684, 0 тис. т у 2026 р. Тобто головною метою програми є забезпечення населення України високоякісними овочами протягом всього календарного року, виходячи із фізіологічно обґрунтованих норм споживання. Для забезпечення прогнозованого рівня врожайності в теплицях на рівні 30,0 т/га необхідно намагатись якісно підтримувати температуру в теплиці, особливо в прохолодний період року, на необхідному рівні, комфортному для розвитку рослин [1].

Найбільш ефективним способом вирощування овочів вважається в споруду їх захищеного ґрунту з умови прокладання в системи трубопроводів з прокачуванням теплоносія. Аналіз умови роботи електроприводу насосної установки, потужністю 3,0 кВт, в системі підігріву ґрунту, показує що існує висока імовірність виносу потенціалу на ґрунт і відповідно враження обслуговуючого персоналу теплиці електричним струмом [2].

Електрична ізоляція є загальним, хоча і недостатнім засобом запобігання всіх видів небезпеки від електричного струму. Її струмообмежуючі властивості визначаються величинами активного опору ізоляції $R_{із}$ та ємнісного опору X_C (рис. 1) [3].

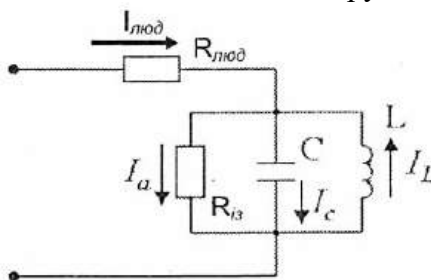


Рисунок 1 – Схема заміщення компенсації ємнісного струму X_C при витокі на землю

Витік активного струму обумовлений властивостями і якістю ізоляційних матеріалів, який забезпечується правильним вибором матеріалу: формулю ізоляційних деталей; конструкцією електроустановки; умовами експлуатації (вологість, температура, запиленість та ін.); дотриманням режиму роботи та технічного обслуговування.

Витік ємнісного струму обумовлений тим що струмоведучі частини, які розділені ізоляційними матеріалами, утворюють конденсатор. Тоді струм, що протікає через людину, складається із двох складових: активного – I_a (струм через активні опори витоків і ізоляції кабельної мережі) і ємнісного – I_c (струм через ємнісні складові ізоляції кабельної мережі).

Для надійного захисту працюючих в теплиці необхідно застосовувати диференційні автоматичні вимикачі типу АВТД 63, які спрацьовують не тільки при доторканні людиною до місця витоків струму, а відключають мережу одразу, як тільки з'явився будь-який витік струму на ґрунт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / за ред. Я. М. Гадзала, М. І. Бащенко, В. М. Жука, Ю. О. Лупенка. Київ: Аграрна наука, 2016. 216 с.
2. Лут М. Т., Окушко О. В., Ковтун П. М. Діагностування енергетичного обладнання. Київ: Аграр Медіа Груп, 2014. 178 с.
3. Маренич К. М. Аварійний захист електроустановок шахт від аварійних станів і небезпек. Донецьк: ДНЗВ «ДонНТУ», 2013. 209 с.

АНАЛІЗ ПЛАВНОГО ПУСКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН,
МОМЕНТ ОПОРУ ЯКИХ НЕ ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ
ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ІЗ ПРОГРАМОЮ ESO 8

Саєнко Є. М., студ., e-mail: saenko8_jen@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гузенко В. В.

Державний біотехнологічний університет

У сільському господарстві використовуються різні машини та агрегати: вентилятори, насоси, змішувачі, центрифуги, компресори, електротранспортери, конвеєри, сепаратори та інше. Як відомо, вони мають з точки зору механічних властивостей робочих машин різну динаміку [1]. Тому що плавність пуску з обмеженим прискоренням є важливим фактором, який впливає на динаміку електропривода [2], отже, цей напрямок дослідження є актуальним та вимагає тривалих спостережень. Зокрема, ефективність плавного пуску може бути досягнута за допомогою використання спеціалізованих алгоритмів керування, що реалізуються в програмному забезпеченні ESO 8.

Для забезпечення раціонального вибору способу керування необхідно дослідити залежність пускових параметрів від конструктивних особливостей обладнання, режимів роботи та експлуатаційних умов.

Сучасні методи аналізу дозволяють використовувати як аналітичні підходи, так і чисельні методи для визначення оптимальних параметрів запуску сільськогосподарських машин. Особливу увагу слід приділити аналізу температурних режимів електродвигунів при плавному пуску, оскільки перегрів може призводити до передчасного виходу з ладу обладнання [3].

Для підтвердження теоретичних висновків необхідно проводити експериментальні дослідження з використанням сучасних вимірювальних комплексів, що дозволить оптимізувати параметри пускових процесів та покращити експлуатаційні характеристики сільськогосподарських машин. Додатково слід провести аналіз ефективності різних методів керування, зокрема порівняти роботу традиційних систем плавного пуску з інтелектуальними алгоритмами, що використовують адаптивне регулювання параметрів залежно від навантаження та умов експлуатації.

Подальші дослідження у цій галузі можуть бути спрямовані на розробку нових типів регуляторів швидкості та моменту, що дозволить ще більше покращити характеристики електроприводів та забезпечити їхню стабільну роботу за різних умов експлуатації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електропривод у питаннях і відповідях: навч. посібник для студентів вищ. навч. закл. / М. Л. Лисиченко, П. І. Савченко, О. К. Тищенко, В. В. Гузенко. Харків: ХНТУСГ; Факт, 2012. 500 с.
2. Плешков С. П., Серебренніков С. В. Энергоеффективный электропривод у промисловості та сільськогосподарському виробництві: навч. посібник. Харків: Факт, 2008. 310 с.
3. Кваша В. М., Ільченко О. Ю. Основи електропривода та методи керування електромеханічними системами. Київ, 2001. 290 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗМІШУЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ЗМІШУВАЧІВ КОРМІВ

Семененко І. С., бакалавр, e-mail: hamer.11.12.03@gmail.comНауковий керівник – доц. Хандола Ю. М., e-mail: xandola@btu.kharkov.ua

Державний біотехнологічний університет

Бункерні змішувачі можна підрозділити за способом завантаження ємкості бункера, по поєднанню функції змішування-дозування, по характеру роботи пристрою змішувача, за формою бункера, по розташуванню змішуючого органу, за способом змішування, по характеру дії змішуючого органу, по роду приводу, за способом пересування, а також по конструкції змішуючого органу.

По характеру роботи пристрою змішувача бункерні змішувачі можна підрозділити на наступні типи: змішування проводиться під час завантаження; змішування проводиться після заповнення бункера; змішування проводиться під час видачі тваринам.

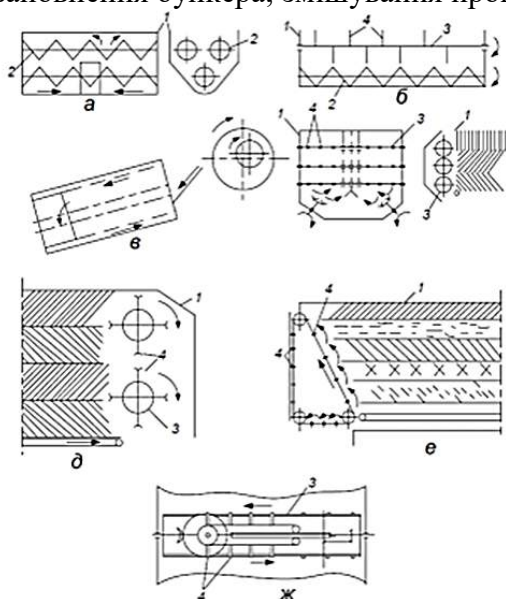


Рисунок 1 - Конструктивно-технологічні схеми змішуючих робочих органів змішувачів: а - шнекові; б - бітерно-шнекові; в - барабани; г - дискові, з пальцями, що обертаються, і бітерними відокремлюючими механізмами; д - бітер з пальцями, що обертаються; е - ланцюгово-пальцеві; ж - бітер з горизонтальним рухом пальців; 1 - бункери; 2 - шнеки; 3 - бітера; 4 - пальці.

По розташуванню змішуючого органу змішувачі підрозділяються на змішуючі органи, що мають горизонтальне, похиле або комбіноване положення.

За способом розташування змішувачі підрозділяються на гравітаційний і примусовий рух кормів до змішуючих органів.

По характеру дії змішуючого органу можна виділити змішувачі з пасивними, активними і комбінованими робочими органами.

По роду приводу бункерні змішувачі підрозділяються на електричних і механічних, а за способом пересування вони бувають самохідні і причіпні.

У бункерних змішувачах є безліч різноманітних органів, призначених для змішування завантажених кормів. Основними є змішуючі органи шнекового (рис. 1 а, б), транспортерного (рис. 1 е) і бітерного (рис. 1. д, ж) типів, а також їх комбінації.

Проте шнекові змішувачі забезпечують отримання якісної кормової суміші тільки з дрібноподрібнених компонентів, змішування і

роздача кормів з довжиною різки більше 50 мм в них відбувається нестійко через сильне ущільнення компонентів і забивання вивантажувального вікна при роздачі. Вказаних недоліків не мають бункерні змішувачі, в яких здійснюється пошарове завантаження кормових компонентів, а змішування проводиться робочими органами бітерного типу.

Проведений аналіз технологій приготування і роздачі кормових сумішей на фермах великої рогатої худоби встановив, що для змішування пошарово укладених компонентів кормового раціону, в бункері, найбільш доцільним варіантом є поєднання операцій змішування і вивантаження в одному робочому об'ємі, а найкращим, з точки зору зниження енергетики, є бітерно-шнековий робочий орган.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хомик Н. І., Довбуш А. Д., Олексюк В. П. Машина та обладнання для тваринництва: навч. посібник. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.

2. Електропривод і автоматизація: навч. посібник / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко, І. П. Ільчов, Ю. М. Хандола. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 586 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА В СИСТЕМІ ПІДТРИМАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ІНКУБАТОРІ НА ПТАХОФЕРМІ

Семка Д. С., e-mail: semkadima31@gmail.com

Лисиченко М. Л., д-р техн. наук, проф., e-mail: 1prlysychenko@ukr.net

Державний біотехнологічний університет

На сьогодні птахівництво практично єдина підгалузь тваринництва, яка здатна нарощувати обсяги виробництва і швидко збільшувати чисельність поголів'я. Так, передбачається збільшення поголів'я м'ясо-яєчних курей до 64 % від загальної чисельності. Поголів'я курей-несучок вітчизняної селекції в господарствах населення планується довести до майже 50,0 млн голів, що дасть можливість збільшити середню насучисть до 135 шт. яєць/гол., а за сезон на 27 % та вихід м'яса – майже на 29 %. Для забезпечення вказаних обсягів виробництва м'яса повинні зростати і обсяги забезпечення населення добовим молодняком через систему інкубаторно-птаховничих підприємств. Потреба в ньому з кожним роком планується, що буде зростати від 3,7 млн голів у 2020 році до майже 4,1 млн голів у 2025 році [1].

Аналіз існуючих технологій інкубації яєць курей показує, що основним параметром повітря. Так, в різних країнах Європи випускаються інкубатори неоднакових типів, конструкції, різної будови, способу завантаження і умовами обслуговування. За технологічною ознакою інкубатори поділяються на інкубаційні, вивідні та комбіновані. Однак, для всіх їх є характерний недолік велика імовірність порушення температурного режиму, що може привести до перегрівання або навпаки недогрівання чи надмірна вологість, порушення газообміну. Причому, технологія інкубації вимагає дотримання достатньо точної температури в межах 36,9–38,3 °C, а вологість в межах 42–70 % в залежності від терміну перебування яйця в шафі інкубатора [2].

Технічно вказана задача реалізується завдяки наявності датчика температури і вологості, які включені в коло керування електроприводом вентилятора. Тобто, регулювання здійснюється завдяки включення або відключення вентилятора [3]. Для підвищення надійності підтримання вказаних параметрів в інкубаційній шафі пропонується використати частотно-регульований електропривод з перетворювачем частоти компанії *Schneider Electric* типу *Altivar*, який дозволяє плавно змінювати продуктивність вентилятора і відповідно більш точно реагувати на зміни температури зовні, особливо це важливо в перші 2 тижні [4]. В результаті кількість добових курчат зростає в середньому на 8-12% і зменшується кількість завмерлих ембріонів в яйці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / за ред. акад. НААН Я. М. Гадзала, М. І. Башенка, В. М. Жука, Ю. О. Лупенка. Київ: Аграрна наука, 2016. 216 с.
2. Острівний І. М., Батюжевський Ю. Н., Шелюг Л. К. Птахівництво. Київ: Вища школа, 1981. 312 с.
3. Електропривод і автоматизація / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко, В. В. Козирський, Ю. М. Хандола, І. П. Ільчов. Київ: АграрМедіяГруп, 2013. 586 с.
4. https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwj0_9yVz6eMAxV5kIMHHWrOFYEYA-BABGgJlZg&co=1&gclid=Cj0KCQjwy46_BhDOARIsAIVmcwPf9xhcmobti6YM-MQQIRdFpWhFkjsQDY6twPertUbAeYHwKyaibYaAIBGEALw_wcB&sig=AOD64_0GWgBqxaOn-fN8MQ0Te3KLrzs

ЕЛЕКТРОПРИВІД УСТАНОВОК ЗМІННОГО ОПРОМІНЕННЯ
З ОБЕРТАЛЬНИМ РУХОМ ОПРОМІНЮВАЧА

Солошенко В. О.

Науковий керівник – ст. викл. Писанко О. О.

Харківський електромеханічний коледж ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Основна маса робіт по електроприводу та системах керування стосується промислових виробництв [1]. З появою проблеми змінного опромінення посівних ділянок в тепличних господарствах, яка пов'язана з двома стадіями процесу фотосинтезу, постала задача електроприводу рухомих опромінюючих установок. Даний електропривід належить до класу механізмів, у яких статичний момент опору не залежить від швидкості. Основним джерелом моменту опору його є тертя. Особливістю умов експлуатації опромінюючих установок для вирощування рослин закритого ґрунту є мікроклімат теплиці: вологість та температурний стан повітряного середовища. Для забезпечення надійності роботи двигуна в таких умовах необхідно дотримуватись як теплового режиму, так і захисту від потрапляння вологи.

Більшість опромінюючих установок побудовані за системою зворотно-поступального руху опромінювача, в електроприводі яких використовуються двигуни змінного струму з короткозамкненим ротором та без додаткових систем керування. Варіант такої опромінюючої установки (ОУ) складається із металевої рами з закріпленими на ній джерелами світла, які рухалися вздовж посівної ділянки. В усіх цих роботах, де використовувалося змінне опромінення в тепличних господарствах було досягнуто зниження енергозатрат без втрати урожайності та якості продукції.

Для побудови установки змінного опромінення з обертальним рухом опромінювача використовували відбивачі прожектора ЖО-01, світильника ГСП-04, тепличного опромінювача ЖСП-ВОТ-02, які володіють ширококутовим розподілом світлового потоку та високим ККД (не менше 0,75). Установки укомплектовувались газорозрядними джерелами випромінювання ДНаТ-400, ДРИ-400-5, ДРИ-1000-2, ДРИ2000-2М та світлодіодними матричними елементами потужністю 75-100 Вт. Для електроприводу установки використовували два типи двигунів: асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором та крокові двигуни.

У першому випадку для обертального руху опромінювача використовували асинхронний двигун з короткозамкненим ротором типу АИР80А8 І 2081, редукторний пристрій, встановлений на валу двигуна і з'єднаний з опромінювачем, та частотне регулювання швидкості руху двигуна (тиристорний перетворювач частоти ACS580-01-02A7-4+B056).

У другому випадку з метою підвищення енергоефективності та надійності роботи ОУ для її електроприводу використано кроковий двигун (КД). Перевага такого двигуна полягає у відсутності щіток та інших деталей з механічним тертям, можливість досягнення дуже низьких швидкостей обертання навантаження, приєднаного безпосередньо до валу двигуна без проміжного редуктора, відсутність спеціальних датчиків положення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Galiullin R. R., Aipov R. S., Yarullin R. B. Efficiency of plant irradiation in protected ground structures. *Vestnik of the bashkir state agrarian university*. 2019. No. 54. P. 100–105.

СИСТЕМА РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ТЕПЛОВОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Тихоненко С. М., магістрант, e-mail: tte_nniekt@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.

Державний біотехнологічний університет

Сучасні системи тепло- та водопостачання житлових комплексів вимагають високої енергоефективності, надійності та гнучкості в управлінні. Використання регульованих електроприводів дозволяє значно зменшити енергоспоживання, підвищити довговічність обладнання та покращити якість послуг для споживачів.

Система електропривода для тепло- та водопостачання повинна відповідати таким вимогам:

1. Енергоефективність – мінімізація втрат електроенергії завдяки регулюванню частоти обертання насосів і вентиляторів.
2. Автоматизація – інтеграція з датчиками тиску, температури та витрати води для динамічного регулювання процесів.
3. Надійність – безперервна робота з урахуванням можливих перевантажень і аварійних ситуацій.
4. Мінімальні експлуатаційні витрати – зменшення зношуваності обладнання та витрат на обслуговування [1].

Система регульованого електропривода складається з:

- Електродвигуна – використовується для приводу насосів у водопостачанні та вентиляторів у теплових пунктах.
- Перетворювача частоти – дозволяє змінювати частоту обертання двигуна залежно від потреб системи.
- Контролера – здійснює аналіз сигналів з датчиків і передає команди для коригування режиму роботи.
- Датчиків контролю – вимірюють тиск, температуру, рівень води та інші параметри [2, 3].

Робота системи базується на принципі адаптивного регулювання: коли потреба в теплі чи воді знижується, частота обертання двигуна зменшується, що знижує енергоспоживання.

Для систем тепло- та водопостачання використовуються такі типи електроприводів як: асинхронний двигун з частотним регулюванням – універсальне рішення для насосних станцій; синхронний двигун з постійними магнітами – ефективніший, але дорожчий варіант; серводвигун – застосовується у високоточних системах, де потрібна швидка реакція на зміну параметрів. Для оптимального вибору слід враховувати характеристики насосного та теплопостачального обладнання, а також умови експлуатації. Використання регульованих приводів у тепло- та водопостачанні дозволяє знизити споживання електроенергії на 30–50% за рахунок регулювання швидкості насосів, підвищити надійність системи – зменшується знос обладнання та ймовірність аварій, автоматизувати управління – можливість інтеграції з системами диспетчеризації, поліпшити якість обслуговування споживачів – стабільне тепло- та водопостачання без перепадів тиску [4].

Системи регульованого електропривода відіграють важливу роль у підвищенні енергоефективності та надійності тепло- і водопостачання житлових комплексів. Використання частотного регулювання дозволяє оптимізувати роботу насосного обладнання, зменшити експлуатаційні витрати та покращити якість комунальних послуг.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чиликин М. Г., Сандлер А. С. Загальний курс електроприводу. Київ: Колос, 2004. 570 с.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОСТОРОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Устименко А. О., магістр, e-mail: ustumenko34@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Сучасні фотоелектричні установки (ФЕУ) мають ККД 10...20 % і виробляють за день 1...2 *кВт·год* електроенергії на 1,0 m^2 робочої поверхні. Максимально ефективний період генерації електричної енергії стаціонарними ФЕУ спостерігається у сонячний день в період з 11:00 до 17:00, а в інші періоди доби не перевищує 25 % від номінальної потужності. Основною характеристикою фотопанелі є максимальна потужність генерації електроенергії, що можливо зняти з одиниці площі. Відомо, що для освітлення фотоелемента будь-якого спектрального діапазону випромінювання, при цьому змінюється лише значення фотоструму, а основними факторами, які впливають на вид вольт-амперної характеристики є температура зовнішнього середовища і рівень освітлення поверхні. Відомо, що максимальне поглинання сонячного променя фотоелементом, відбувається у випадку коли він потрапляє під кутом 90° , а якщо відхиляється в будь-яку сторону, тоді зменшується і величина поглинутої енергії [1]. Зазвичай для підвищення повного ККД фотоелемента до 0,7, його покривають відбивним дзеркальним шаром тильну сторону з метою повернення випромінювання на кристал напівпровідника або поверхню панелі виготовляють текстурованою, щоб збільшити перевідбиття променя. Доведено, що підвищення ККД до 0,9 приводить до підвищення на 20 % ефективності загальної генерації струму у фотоелементі є основною метою удосконалення ФЕУ [2].

Подальше підвищення ефективності поглинання напівпровідниковим фотоелементом може бути застосування автоматизованої системи просторової орієнтації фотоелектричної установки, яка дозволяє постійно орієнтувати фотопанелі на Сонце (рис. 1) [3].

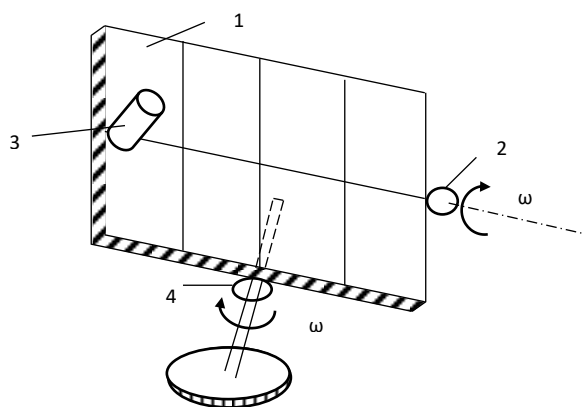


Рисунок 1 – Конструкція автоматизованої системи просторової орієнтації фотоелектричної установки: 1 – секція фотопанелі; 2 – електропривод вертикального руху установки; 3 – фотодатчик; 4 – електропривод горизонтального руху установки

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кривцов В. С., Олейников О. М., Яковлев А. Н. Неисчерпаемая энергия. Кн. 3. Альтернативная энергетика. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ»; Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т, 2006. 643 с.
2. Кудря С. О., Головка В. М. Основы конструирования энергоустановок с возобновляемыми джерелами енергії. Київ: НТУУ «КПІ», 2011. 184 с.
3. Электропривод і автоматизація / О. Ю. Синявський, П. І. Савченко, В. В. Савченко, Ю. М. Лавріненко та ін. Київ: Аграр Медія Груп, 2013. 586 с.

ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗМІШУВАЧІВ КОРМІВ

Федосейкін В. М., магістр, e-mail: eee24-v.fedosieikin@nubip.edu.ua

Науковий керівник – доц. Синявський О. Ю.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Несиметрія напруги призводить до зменшення моменту асинхронного двигуна та зростання втрат енергії [1]. Струм зворотної послідовності спричиняє додаткове нагрівання ротора і статора, що призводить до швидкого старіння ізоляції і зменшення потужності двигуна [2]. У більшості випадків змішувачі, особливо порційні, запускаються під навантаженням. Технологією приготування вологих сумішей із запарюванням у змішувачах типу СКО-Ф передбачається запуск мішалки після заливання в корпус визначеної кількості води. У такому випадку механічна характеристика має вентиляторний характер. Момент статичних опорів шнекових змішувачів та пастовиготовлювачів не залежить від частоти обертання.

Мета дослідження – встановити вплив несиметрії напруги у мережі живлення на енергетичні характеристики змішувачів кормів.

При несиметрії напруги зменшується жорсткість механічної характеристики електродвигуна. На робочій її ділянці в усталеному режимі роботи:

$$\beta_o \beta_{oa*} (\omega_o - \omega) = M_{cn} \omega_*^2 = K_z \beta_o (\omega_o - \omega_n) \omega_*^2, \quad (1)$$

де β_{oa} – жорсткість механічної характеристики електродвигуна при несиметрії напруги, Н·м·с; β_{oa*} – жорсткість механічної характеристики двигуна при несиметрії напруги у відносних одиницях, ω_o – синхронна кутова швидкість, с⁻¹; ω – задана кутова швидкість, с⁻¹, M_{cn} – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості, Н·м, K_z – коефіцієнт завантаження двигуна.

Питома витрата електроенергії в електроприводі змішувача кормів при несиметрії напруги, коли момент змішувача не залежить від кутової швидкості:

$$q_* = \eta_n + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha_n + 1)} \cdot \frac{(\alpha_a + 1 / \beta_{oa*})}{Q_*}, \quad (2)$$

де η_n – номінальний ККД двигуна; Q_* – продуктивність змішувача у в.о.; α – коефіцієнт втрат.

Якщо змішувач має вентиляторну механічну характеристику, то питома витрата електроенергії в електроприводі при несиметрії напруги:

$$q_* = \eta_n Q_*^2 + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha_n + 1)} \cdot \frac{(\alpha_a + Q_*^4 / \beta_{oa*})}{Q_*}. \quad (3)$$

Якщо момент статичних опорів змішувача кормів гіперболічно залежить від кутової швидкості (пуск під навантаженням), тоді

$$q_* = \frac{\eta_n}{Q_*} + \frac{1 - \eta_n}{(\alpha + 1)} \cdot \frac{(\alpha_n + 1 / \beta_{on*} Q_*)}{Q_*}. \quad (4)$$

Із залежностей (2) – (4) випливає, що несиметрія напруги викликає зростання питомої витрати електроенергії в електроприводі змішувача кормів не залежно від виду його механічної характеристики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Адамова С. Аналіз впливу якості електроенергії на роботу струмоприймачів. *Науковий вісник Таврійського держ. агротехнологічного ун-ту*. 2018. Вип. 8, т. 2. С. 1–10.
2. Pakkawe Hayamin, Chaiyapon Thongchaisuratkul. Effects of Induction Motor Using Unbalance Voltage. *International Journal of the Computer, the Internet and Management*. 2018. Vol. 26, No. 3. P. 98–103.

АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ
ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Харченко Д. В.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Сорокін М. С.

Державний біотехнологічний університет

Сучасна промислова автоматизація вимагає високої енергоефективності електроприводних систем, що є ключовим фактором для зниження експлуатаційних витрат та підвищення продуктивності виробництва. Електроприводи використовуються в широкому спектрі промислових процесів, включаючи транспортування матеріалів, насосні системи, компресори та інші механізми. Оскільки електроприводи споживають значну частину електроенергії в промисловості, впровадження енергоефективних алгоритмів їх керування є актуальною задачею.

Традиційні методи керування електроприводами, такі як скалярне та векторне керування, забезпечують високу точність регулювання швидкості та моменту, однак не завжди враховують оптимізацію енергоспоживання. Застосування сучасних алгоритмів, включаючи прогнозоване керування, адаптивні методи та штучний інтелект, дозволяє мінімізувати енергетичні втрати та покращити динамічні характеристики системи.

На сьогодні існує кілька основних підходів до керування електроприводами, які можна розділити на класичні методи, адаптивні алгоритми та інтелектуальні системи керування.

Скалярний метод є найпростішим підходом до керування асинхронними електроприводами, який базується на підтримці постійного співвідношення між напругою та частотою живлення ($V/f = \text{const}$).

Векторне керування є більш досконалим методом, який дозволяє окремо керувати потоком зчеплення ротора та моментом двигуна. Воно базується на перетвореннях координат (Перетворення Кларка–Парка) і використовує систему зворотного зв'язку.

Адаптивні та оптимізаційні методи керування спрямовані на мінімізацію енергетичних витрат шляхом динамічного налаштування параметрів керування. Адаптивні методи дозволяють змінювати параметри керування в реальному часі залежно від змінних умов експлуатації.

Застосування штучних нейронних мереж дозволяє навчати електропривод керувати споживанням електроенергії на основі історичних даних та реального навантаження. Нейромережі можуть застосовуватися для прогнозування оптимального режиму роботи, саморегуляції до змінних умов експлуатації.

Таким чином, існуючі підходи до керування електроприводами включають традиційні методи, адаптивні алгоритми та сучасні інтелектуальні системи керування. Класичні методи, такі як скалярне та векторне керування, добре зарекомендували себе на практиці, проте мають певні обмеження щодо енергоефективності. Використання адаптивних та інтелектуальних методів, таких як нейронні мережі, нечітка логіка та прогнозує керування, відкриває нові можливості для підвищення ефективності електроприводів. Подальші дослідження у цій галузі спрямовані на розробку оптимізованих алгоритмів, які забезпечують мінімальні енергетичні втрати при збереженні високих експлуатаційних характеристик.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Васильев В. И., Васильев Е. В. Оптимальное управление сложными динамическими системами. *East European Scientific Journal*. 2019. № 5(45). Р. 32–44. URL: https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA_may1.pdf.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ДВОХАГРЕГАТНОЇ
НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ДЛЯ ДРЕНАЖУХорешко А. А., студ., e-mail: andreyyhoreshko1228@gmail.com

Науковий керівник – Сергієнко Л. С.

Красноградський аграрно-технічний фаховий коледж ім. Ф. Я. Тимошенка

Дренажні насосні станції (ДНС) призначені для транспортування стічних вод та побутових стоків від місць їх утворення до місць очищення або скидання. Конструктивно вони можуть бути дуже різними та відрізнятися розмірами, архітектурою, типом, робочою напругою та потужністю насосів. Незважаючи на це, загальний принцип їх функціонування досить простий: стоки накопичуються в приймальному водозборі і в залежності від рівня стоків їх викачують насосами. Вочевидь, що несправності електроустаткування призводять до накопичення стоків, звідси виникає необхідність підвищення надійності електроживлення та забезпечення безперебійної роботи автоматики насосних станцій.

Автоматична робота ДНС багато в чому визначається технологією перекачування стоків і якщо ми розглядаємо класичний випадок – робота з накопиченням стоків, можливості автоматизації станції визначаються типом первинних датчиків – вимірювачів і сигналізаторів рівня. Якщо встановлено два датчики – сигналізатори рівня $L_{\max}$ та $L_{\min}$ та один насос, то він працює в автоматичному режимі, включаючись за сигналом від датчика верхнього рівня $L_{\max}$ та вимикаючись від сигналу датчика нижнього рівня $L_{\min}$. Якщо на станції встановлено два насоси, вони можуть включатися одночасно або через раз. Автоматика станції повинна забезпечувати роботу насосів по черзі. Доцільно встановити третій датчик – сигналізатор рівня $L_{\max 2}$, тоді при досягненні рівня $L_{\max 1}$ включається перший насос, а при досягненні рівня $L_{\max 2}$ включається другий насос. У наступному циклі номери насосів повинні бути змінені. Аналогічно має працювати система з трьома та більше насосами. Вимкнення всіх насосів відбувається за датчиком $L_{\min}$.

Очевидно, що для подібної системи, керування відбувається за контактно-релейною схемою. Перевагою подібної системи є її очевидна простота та надійність. Недоліком системи є складність зміни рівнів спрацьовування – потрібні механічні втручання та те, щоб змінити алгоритм роботи системи (зміна черговості роботи насосів, тощо) сформований електричною комутацією елементів схеми. Для збільшення ефективності роботи системи необхідно встановити датчик-вимірювач рівня. Датчик-вимірювач – це електронний прилад, вихідна електрична величина на виході якого (струм чи напруга) пропорційна неелектричній на вході (це рівень стічних вод). Використання такого електронного пристрою підвищить надійність керування насосами ДНС. Такий електронний пристрій повинен мати наступні функції: мати електрично сумісні з датчиком-вимірювачем вхідні ланцюги, мати можливість зберігати значення рівнів вмикання та вимикання насосів, мати електрично сумісні з виконавчими механізмами вихідні ланцюги.

У контролер вводяться значення рівнів вмикання та вимикання кожного з насосів і в залежності від показань датчика-вимірювача відбувається керування роботою станції. Це автоматичний режим. Ручний режим призначений для перевірного вмикання-вимикання насосів та керування насосами в аварійних ситуаціях за участю оператора. Для підвищення надійності роботи станції вона може бути доповнена схемою управління датчиками сигналізаторів рівня.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Підконтрольна експлуатація обладнання насосних станцій: навчальний посібник / В. О. Панченко, В. Ф. Герман, О. В. Івченко та ін. Суми: СДУ, 2020. 270 с.
2. 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. 586 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ МІШАЛКИ БІОГАЗОВОГО РЕАКТОРА

Шатохін А. М., магістр, e-mail: petrenko87@ukr.net

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Упровадженням відновлювальних джерел енергії сільському господарстві, особливо в останні роки при суттєвому збільшенні вартості традиційних енергоносіїв, займаються все більше фермерських господарств, особливо з урахуванням можливостей можливості введення «зеленого» тарифу. Одним із можливих технічних рішень може бути використання біореакторів, де утворюється біогаз, суміш CH_4 і CO_2 . Енергія, яка утворюється при горінні біогазу може досягати від 60 до 90 % енергії сухого еквіваленту матеріалу. Газ отримують із рідинної маси, яка вміщує до 95 % води. На практиці вихід біогазу в значній мірі залежить від декількох факторів, основним з яких є підтримання постійного температурного режиму. Однак вказана задача складна внаслідок того, що в біореакторі постійно відбувається екзотермічні реакції і при їх протіканні виділяється по розрахункам, приблизно 1,5 МДж тепла на 1 кг сухої маси матеріалу, який бродить [1].

В існуючих біогазових установках основною робочою машиною, де відбувається утворення біогазу, є бак-накопичувач, куди завантажується гній, – так званий біореактор. Де в процесі бродіння температура всередині підвищується нерівномірно, тому необхідно постійно перемішувати біомасу. Статичний момент, приведений до швидкості валу двигуна мішалки біореактора, визначається за формулою:

$$M_c = M_o + M_{c.max./i_p} * \eta_p,$$

де M_o – момент втрат холостого ходу електродвигуна, Н*м;

i_p – передаточне число редуктора, %;

η_p – ККД редуктора, %.

Однак необхідно враховувати, що на температурний режим всередині ємності суттєво впливає температура навколишнього середовища й інтенсивність генерації біогазу метановими бактеріями. Аналіз умов регулювання частоти обертання двигуна показав, що найбільш доцільним для ефективного підтримання температурного режиму в біореакторі є застосування перетворювача частоти [2].

Технічне рішення може бути реалізоване завдяки використанню перетворювача частоти типу *Altivar* компанії *Schneider Electric* з електроприводом мішалки потужністю 3,0 кВт [3]. У процесі проведених розрахунків і модельних схемних рішень, отримані енергетичні характеристики електроприводу при різному завантаженні біореактора та запропоновані схемні рішення побудови принципової схеми керування електроприводом мішалки [4].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кривцов В. С., Олейников А. М., Яковлев А. И. Неисчерпаемая энергия. Кн. 3. Альтернативная энергетика. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ»; Севастополь: Севаст. Нац. техн. ун-т, 2006. 643 с.
2. Голодний І. М., Лавріненко Ю. М., Червінський Л. С. Моделювання регульованого електропривода. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 227 с.
3. Колонтаєвський Ю. П., Сосоков А. Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум. Київ: Каравела, 2004. 432 с.
4. Щербак Я. В., Івакіна К. Я. Основи теорії автоматичного регулювання електромеханотронних систем. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 222 с.

EFFECTS OF COLD ATMOSPHERIC PRESSURE PLASMA ON BIOMATERIALS

Aljaž Kovač, študent

Scientific advisor – Prof. Damijan Miklavčič

University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering,

Trzaska 25, 1000 Ljubljana, Slovenia, +386 1 4768 456

damijan.miklavcic@fe.uni-lj.si

The bactericidal property of plasma was first demonstrated in the mid-1990s, and that started a new research field combining plasma physics and medicine, i.e. plasma medicine [1]. From the very beginning, it was realized that the plasma generated reactive species play a pivotal role in the observed biological effects of Cold Atmospheric Pressure (CAP) plasma. With time, our knowledge of the mechanism of plasma action on cells and tissues has started growing significantly. The basic understanding of the mechanisms of CAP plasma effects on biomaterials is crucial to establish plasma technology application in the biomedical field.

Notwithstanding the use of different plasma sources, working gases, microorganism stains, cell types etc., some general biological plasma effects have been mentioned repeatedly in the basic research of plasma biomaterial interactions such as [2, 3]:

- Lethal plasma effects: Inactivation/killing of microorganisms, Inactivation or destruction of cells by initialization of apoptosis in mammalian cells;

- Non-lethal plasma effects: Stimulation of microorganism metabolism, Detachment of cells from the cell cluster, Influence on angiogenesis and cell proliferation and consequently promote wound healing and tissue regeneration, Influence on cell migration, expression of cell surface proteins.

The possibility to inactivate microorganisms on sensitive surfaces of living structures like intact or wounded skin has attracted the very early interest of physicians. The *in vitro* and *in vivo* results of plasma assisted wound healing showed that plasma acts in a two-stage process. The first one is the antiseptic effect to restore the physiological potential of the wound area by decreasing bacterial load, and the next one is additional stimulation of the healing processes by tissue regeneration independent from antiseptic effects.

Based on the current state of knowledge on the mechanism of plasma biomaterial interaction, it can be deduced that the biological effects of CAP plasma are based on two principles:

1. Biological plasma effects are primarily initiated by plasma induced changes of the liquid environment of tissue and cells.

2. Reactive oxygen species (ROS) and reactive nitrogen species (RNS) generated in or transferred into liquid phases play a vital role in plasma-induced biological responses.

The biologically important ROSs include superoxide ($O_2^{\bullet-}$), hydrogen peroxide (H_2O_2), hydroxyl radical ($\bullet OH$), singlet oxygen (1O_2), ozone (O_3) etc. The RNSs include nitric oxide ($\bullet NO$), nitrogen dioxide ($\bullet NO_2$), nitrogen trioxide (NO_3), peroxyxynitrite ($ONOO^-$) etc. [4]. These reactive species are formed either by plasma-liquid interaction or by plasma-air interaction. These reactive species act on cells and tissues in the same way as that occur in the body's regular biochemical and physiological processes [5]. Based on this fundamental insight, the field of redox biology can now be used to explain the biological plasma effects. For example, hydroxyl radical causes peroxidation of unsaturated fatty acids presents in lipids constituting the cell membrane. The strong oxidative properties of hydrogen peroxide affect proteins, lipids and DNA. Nitric oxide is known to affect the regulation of collagen synthesis, cell proliferation, regulation of immune deficiencies, induction of phagocytosis and angiogenesis etc. In cancerous cells, it is suspected that the action of CAP plasma increases intracellular ROSs, which can lead to cell cycle arrest at the S-phase, DNA breaks, and induction of apoptosis (programmed cell death). Researchers have also shown that the plasma generated ROS and RNS can penetrate biological tissues up to more than 1 mm depth. Therefore, they can interact with the cells on the surface as well as with those beneath [6]. As these ROSs and

RNSs regularly occur in cell biological processes, mammalian cells have mechanisms to protect themselves from over-concentration of these species, which might otherwise lead to oxidative stress with severe biological consequences such as genotoxic DNA changes. Detailed investigations till now indicate that the application of CAP plasma does not increase the risk of genotoxicity [7].

Other plasma components such as UV radiation, electric field/electric current also play an additional role. However, the role of UV in direct biological effects is estimated to be very low due to the low dose of UV in these plasma devices. But its supporting role in reactive species generation is essential. Electric fields or currents have varying direct biological effects on living tissue, and it strongly depends on the type of discharge. The magnitude of these electric fields can be as high as several kV/cm, and they are suspected of playing a part, such as in cellular electroporation, which may help larger molecules to enter the cells. Besides these, the plasma generated charged species such as electrons and ions are also assumed to play some roles in the observed biological effects. More research is needed to identify the role of these plasma components for their possible part in biological and medically relevant plasma action, above all reactive species.

Summary. The application of CAP plasma technology in the biomedical field has opened up new frontiers in science and technology. It has reached new heights of scientific progress in recent years and has been successfully applied in numerous applications, ranging from sterilization to wound healing to killing cancers. The biological and medically beneficial plasma effects are primarily triggered by the plasma generated reactive oxygen species (ROS) and reactive nitrogen species (RNS). While CAP plasma has already reached standard medical care status in some areas, such as sterilization, disinfection, wound treatment etc., only primary and pre-clinical data for its effects are available in some other areas. A better understanding of the mechanism of its action will allow further improvement and extensions of the CAP plasma technology to achieve its full therapeutic potential. Also, the development of new plasma devices and modifications of the existing ones will open up new opportunities. In this case, international standardization of the methods to characterize the plasma devices is required to allow better comparability of results obtained from different findings.

It cannot be hypothetically omitted that CAP plasma application does not have some minimal adverse consequences at the molecular level. All these findings and the odds are subject to ongoing investigations, but the current results indicate that the various benefits of CAP plasma outweigh the unproven negative effects. What we all foresee is that the CAP plasma is on its way to clinical routine. Essentially a multidisciplinary research platform is growing with experts from many different fields like plasma physics, biochemistry, molecular biology, medicine etc. to address the issues with synergetic approach.

LIST OF REFERENCES

1. Laroussi, M., 1996. Sterilization of contaminated matter with an atmospheric pressure plasma IEEE Trans. Plasma Sci. 24, 1188 – 1191.
2. Von Woedtke T, Metelmann H. R. and Weltmann K. D., 2014. Clinical Plasma Medicine: State and Perspectives of in Vivo Application of Cold Atmospheric Plasma Contrib. to Plasma Phys. 54, 104 – 117.
3. Lu X, Naidis G. V., Laroussi M, Reuter S, Graves D. B. and Ostrikov K., 2016. Reactive species in non-equilibrium atmospheric-pressure plasmas: Generation, transport, and biological effects Phys. Rep. 630, 1 – 84.
4. Graves D. B., 2014. Low temperature plasma biomedicine: A tutorial review Phys. Plasmas 21 080901.
5. Graves D. B., 2012. The emerging role of reactive oxygen and nitrogen species in redox biology and some implications for plasma applications to medicine and biology J. Phys. D. Appl. Phys. 45 26300.
6. Laroussi M., 2018. Plasma Medicine: A Brief Introduction Plasma 1, 47 – 60.
7. Weltmann K. D. and Von Woedtke T., 2017. Plasma medicine – Current state of research and medical application Plasma Phys. Control. Fusion 59 014031.

ADVANCES IN DERMATOLOGY AND PLASMA TECHNOLOGY

Chuhui Yevhen, Bachelor, e-mail: yana.nosova@nure.uaScientific advisor – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Nosova Yana
Kharkiv National University of Radio Electronics

The research conducted yielded an extensive and in-depth understanding of various fundamental and intricate aspects of human skin. Specifically, it thoroughly explored the elaborate and highly complex structure of human skin, offering a comprehensive analysis of its multiple layers, cellular composition, and the intricate biochemical interactions that take place within it. The study also carefully delineated the wide-ranging and multifaceted physiological functions of the skin, emphasizing its critical role as a protective barrier, a sensory organ, and a key component in thermoregulation, immune defense, and metabolic processes. Furthermore, a significant focus was placed on shedding light on the gradual and nuanced age-related changes that occur within the skin over time. These changes, which include structural modifications, alterations in skin elasticity, shifts in moisture retention capacity, and the impact of external and internal factors on skin aging, were meticulously examined and documented. The study also documented various skin treatment modalities and skincare regimens, detailing methodologies used for skin maintenance and health improvement. This provided essential guidance for dermatologists, skincare practitioners, and individuals seeking effective skincare solutions. Furthermore, the research critically evaluated the efficacy and limitations of different skin coagulation methods, offering evidence-based recommendations to optimize clinical decision-making in dermatology.

Another key aspect was the study of low-temperature plasma generation for medical applications. A specialized device was developed, including a block diagram and an optimized DC-DC converter circuit. Simulations of output circuits validated its performance, highlighting its potential for medical and recreational procedures. Given its promising applications, this method is actively being refined and developed.

The developed device holds substantial relevance for contemporary medical and therapeutic practices, as it offers a wide range of possible applications in both medical and recreational procedures. It is expected that this innovation will contribute to the advancement of non-invasive treatment methods, enhancing the effectiveness and accessibility of dermatological and aesthetic procedures. Overall, the findings of this research not only expand our understanding of the intricate nature of human skin but also provide valuable, practical insights that can inform and enhance clinical decision-making. These insights hold the potential to significantly improve patient outcomes in the fields of dermatology, skincare, and medical device innovation.

LIST OF REFERENCES

1. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / С. В. Павлов, О. Г. Аврунін, С. М. Злепко, Є. В. Бодяньський та ін.; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.
2. Avrunin O. G., Sakalo S. N., Semenets V. V. Development of up-to-date laboratory base for microprocessor systems investigation. *19th International Crimean Conference Microwave & Telecommunication Technology*. Sevastopol, Ukraine, 2009. P. 301–302.
3. Avrunin O. G., Nosova T. V., Semenets V. V. Experience of Developing a Laboratory Base for the Study of Modern Microprocessor Systems. *Proceedings of I International Scientific and Practical Conference “Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs” MC&FPGA-2019*. Kharkiv, Ukraine, 2019. P. 6–8. DOI: 10.35598/mcfpga.2019.001.
4. Kolisnyk K., Deineko D., Sokol T., Kutsevlyak S., Avrunin O. Application of Modern Internet Technologies in Telemedicine Screening of Patient Conditions. *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*. Kyiv, Ukraine, 2019. P. 459–464. DOI: 10.1109/PICST47496.2019.9061252.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF ULTRASOUND EQUIPMENT FOR THE TREATMENT OF ANIMAL JOINTS

Magomadov R., Bachelor, e-mail: smagomadov413@gmail.com

Scientific advisor – Ph.D., Associate Professor Lyashenko G.

State Biotechnological University

It is well known that modern livestock farming as a branch of agricultural production is a rather diverse and energy-intensive sector of the Ukrainian economy, which makes a significant contribution to the provision of food to its population and raw materials to industry.

The efficiency of livestock farms depends on many factors, including the condition of livestock facilities, rational feeding and care of animals, monitoring and prevention of animal health.

Modern veterinary practice in the care and treatment of animals (especially cattle) often deals with problems of musculoskeletal system treatment. They can be both congenital and acquired.

Today, there are many ways of treating cattle with inflammatory joint disease using medications. Unfortunately, anti-inflammatory drugs often cause side effects and contribute to drug allergies. An analysis of the possibilities of using physiotherapy in these circumstances leads to the conclusion that ultrasound therapy is the most appropriate choice.

To date, the world practice of animal treatment has made some significant steps forward and applies a variety of methods, using a fairly wide range of modern principles, which include preventive, physiological, comprehensive, active and economic feasibility principles.

The preventive principle is the main one in general, but especially in the context of industrial technology, concentration and specialisation of livestock production. For example, there is a therapy for cattle for ketosis, osteodystrophy, protein and carbohydrate deficiency. For this type of therapy, dietary feed, vitamin and mineral supplements, chalk, meat and bone meal, ultraviolet irradiation, animal heating, washing and dosed movement are used.

The physiological principle of therapy is based on knowledge of the physiological processes of the animal body. It means that all medicines and measures taken stimulate the body's defence mechanisms and increase resistance to infection.

The comprehensive principle of therapy involves a number of measures to eliminate the causes of diseases. It has been established that in most cases of widespread diseases, the highest therapeutic effectiveness is achieved simultaneously with the normalisation of various microclimate parameters and the introduction of dietary supplements.

The active principle of therapy involves the fastest possible provision of medical care when the clinical symptoms of the disease are not yet noticeable or have just begun to appear. For this purpose, even before the onset of clinical signs of the disease, the level of vitamins and minerals in the blood, their ratio, acid-base balance and cholesterol content are determined.

Among the existing modern physiotherapeutic methods of animal treatment, the following deserve attention:

- light treatment (phototherapy), which includes infrared, ultraviolet and laser radiation;
- electrotherapy based on galvanisation, electrophoresis, electrotherapy with low and high frequency pulsed currents and darsonvalisation;
- mechanical means of treatment, including massage and hydrotherapy (hydrotherapy), in particular with the use of ultrasound.

LIST OF REFERENCES

1. Robertson V. J., Baker K. G. A review of therapeutic ultrasound: Effectiveness studies. *Physical Therapy*. Vol. 81, Issue 7, 1 July 2001. P. 1339–1350. DOI: 10.1093/ptj/81.7.1339.
2. Терещенко М. Ф., Тимчик Г. С. Ультразвукові фізіотерапевтичні апарати та пристрої: монографія. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 181 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ
ПРИ ТЕСТУВАННІ НОСОВОГО ДИХАННЯ

Аврунін О. О., бакалавр, e-mail: oleksandr.avrunin@nure.ua
Науковий керівник – канд. мед. наук, доц. Шушляпіна Н. О.
Харківський національний університет радіоелектроніки

Риноманометрія на сучасному етапі є основним методом доказового функціонального тестування носового дихання [1, 2]. Метод традиційно дозволяє визначити перепад тиску та відповідну витрату повітря при носовому диханні а також розрахувати як їх співвідношення коефіцієнт аеродинамічного носового опору [1, 2]. Додатково можливо визначити також пневматичну потужність носового дихання, яка розраховується як добуток перепаду тиску та відповідної витрати повітря. Це використовується, наприклад, при ольфактометричних дослідженнях для визначення нюхової чутливості [3, 4]. При цьому, доцільним є визначення пневматичної потужності та отримати її залежність від витрати повітря при диханні.

У спортивній медицині активно використовуються тестування носового дихання при різних фізичних навантаженнях [5, 6]. Це дозволяє дослідити за залежністю перепаду тиску від витрати повітря режими дихання та потенційні спроможності верхніх дихальних шляхів при активних фізичних навантаженнях. Дослідження пневматичної потужності [7] при цьому також дозволить оцінити яку потужність розвивають легені для проходження повітря через верхні дихальні шляхи і наскільки швидко буде наступати перехід до ротового дихання.

Перспективою роботи є набір статистичних даних для побудови залежностей пневматичної потужності від витрати повітря при різних режимах дихання та урахування гендерних та вікових особливостей для визначення умовних фізіологічних норм.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / С. В. Павлов, О. Г. Аврунін, С. М. Злепко, Є. В. Бодяньський та ін.; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.
2. Avrunin, O., Nosova, Y., Shushliapina, N., Abdelhamid, I. Y., Avrunin, O., Kyrylashchuk, S., ... Mamyrbayev, O. (2022). Analysis of upper respiratory tract segmentation features to determine nasal conductance. *Informatyka, Automatyka, Pomiar W Gospodarce I Ochronie Środowiska*, 12(4), 35–40. <https://doi.org/10.35784/iapgos.3274>.
3. Сучасні методи діагностики респіраторно-ольфакторної функції: монографія / О. Г. Аврунін, Я. В. Носова, В. В. Семенець, В. О. Філатов, Н. О. Шушляпіна. Харків: ХНУРЕ, 2021. 150 с.
4. Avrunin, O., Shushlyapina, N., Nosova, Y., Bogdan, O. (2016). Olfactometry diagnostic at the modern stage. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*, NTU "KhPI", Kharkiv, 12(1184), 95-100. DOI: 10.20998/2413- 4295.2016.12.13.
5. Аврунін О. Г., Носова Я. В., Худаєва С. А. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках. *Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні: тези доповіді 5-ї всеукраїнської науково-практичної конференції*. 2018. С. 117–119.
6. Носова Я. В., Шушляпіна Н. О., Аврунін О. О. Особливості застосування назальних розширювачів під час фізичних тренувань. *Здоров'я нації і вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти: III Міжнародна науково-практична конференція*. Харків: НТУ «ХПІ», 2023. С. 203–207.
7. Деякі особливості доказового тестування носового дихання / Б. В. Привалов, Д. Е. Лебедєв, Ібрагім Юнусс Абделхамід, О. О. Аврунін, Н. О. Шушляпіна. *Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.*, 6 листопада 2024 р. Харків: Держ. біотехнологічний ун-т, 2024. С. 245–246.

МЕДИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЙ КОЛІННОГО СУГЛОБА

Александров І. О., студ., e-mail: ivan.aleksandrov@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Носова Т. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Колінний суглоб – один із найскладніших і найбільших суглобів людини, що відіграє ключову роль у русі, рівновазі та положенні тіла. Висока складність його будови спричиняє часті проблеми. За даними ВООЗ, у 2019 році 528 млн людей мали остеоартрит, а у 2020-му – вже 654,1 млн. Лікування може включати медикаментозні засоби, фізіотерапію, масаж, а у складних випадках – операцію. Близько 15% випадків травм пов'язані зі спортом.

В умовах війни поширилися уламково-кульові поранення, що вимагають ендопротезування. Операція заміни суглоба коштує в Україні 15–18 тисяч гривень. Протез протез обмежує рухливість, не передає тактильних відчуттів, зношується за 15–20 років і може викликати ускладнення – бактеріальні інфекції, стирання матеріалів, розхитування конструкції, що потребує повторного втручання. Для діагностики травм і захворювань застосовують клінічні методи (пальпація, функціональні тести), лабораторні дослідження (аналіз крові, синовіальної рідини) та візуалізацію (рентген, УЗД, МРТ, КТ, артроскопія).

Реабілітація залежить від ступеня ураження. три випадки – не було операційного втручання, нога збережена, постраждав лише суглоб та частина ноги від коліна і нижче відсутня. Для першого випадку потрібно лише до 12 тижнів послаблення навантажень, прикладання льоду та ЛФК на 1-2, невелике збільшення їх кількості, вправи для балансу, розтяжки на 3-6 та повноцінні фізичні вправи, біг, стрибки тощо на 6-12 тижнях. Для другого випадку реанімація займає близько 6 місяців, 1-3 тижні можна лише робити вправи на згинання/розгинання, ходити із милицями або ходунками та ізометричні напруження квадрицепса зі ступою, 4-8 тижнів підймання на носках, кроки вбік, слабкі навантаження, і останній етап – 3-6 місяців, повноцінна ходьба, легкий бік, плавання. І для найскладнішого випадку реанімація може займати рік та більше, 1-4 тижнів масаж культі, ізометричні вправи, підймання прямої ноги та піднімання тазу, 1-3 місяці вправи на баланс, навчання пересуватись із протезом, вправи на координацію, 4-12 місяці ходьба по сходах, повноцінне використання протезу та плавання із велотренажером.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / С. В. Павлов, О. Г. Аврунін, С. М. Злепко, Є. В. Бодяньський та ін.; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.

2. Чечель Т. О., Носова Т. В. Метод розробки біонічного підходу до ендопротезування фалангового суглобу кисті людини. *Інформаційні технології і автоматизація – 2024: матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції*, 31 жовтня – 1 листопада 2024 р. Одеса: Вид-во ОНТУ, 2024. С. 809–810.

3. Чечель Т. О., Носова Т. В., Аврунін О. Г. Актуальність заміни пошкодженого суглоба імплантом. *Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2023: матеріали III Міжнар. наук.-техн. конф.*, 1–3 червня 2023 р. Вінниця, 2023.

4. Носова Т. В., Чечель Т. О. Порівняльний аналіз сучасного ендопротезування суглобів кисті. *Актуальні проблеми клінічної та технологічної медицини: збірник наукових праць* / за заг. ред. Заслуженого лікаря України, проф. О. А. Панченка. Київ, 2023. С. 115–117.

5. Виробничі технології та матеріали: навч. посібник / А. Д. Салєєва, І. Л. Солнцева, Л. О. Белєвцова, Т. В. Носова, В. В. Семенець. Харків: ХНУРЕ, 2022. 92 с.

РОЗРОБКА МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ ГАЗОВИХ СЕНСОРІВ

Багно В. І., магістр, e-mail: vladislavbagnu@gmail.comНабивач О. А., аспірант, e-mail: nabivach2015@gmail.comСитник В. Ю., аспірант, e-mail: owerlaide1@gmail.comНауковий керівник – канд. техн. наук, доц. Когдась М. Г., e-mail: kogdasmx@gmail.com

Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського

Дослідження методів підвищення чутливості газових сенсорів є критично важливим для моніторингу навколишнього середовища, промислової безпеки та діагностики технологічних процесів. При розвитку IoT та smart-технологій необхідні надійні сенсори, що детектують малі концентрації речовин з високою точністю.

Мета дослідження – розробка методу підвищення чутливості газових сенсорів на базі поруватих напівпровідникових структур шляхом застосування полігармонійного живлення та аналізу вольт-фарадних характеристик у частотному діапазоні 10^2 - 10^6 Гц.

Метод базується на використанні матриці сенсорів на основі поруватих напівпровідникових структур (GaAs) з полігармонійним живленням. На відміну від традиційних систем, сенсор функціонує при кімнатній температурі без втрати чутливості. Експериментальна установка досліджувала зміну ємності структур у різних газових середовищах (вакуум, повітря, водень, вуглекислий газ) з концентрацією 100-10000 ppm. Ключовою особливістю є аналіз частотних залежностей ємності $C(f)$. Результати експерименту представлені на рис. 1 нижче.

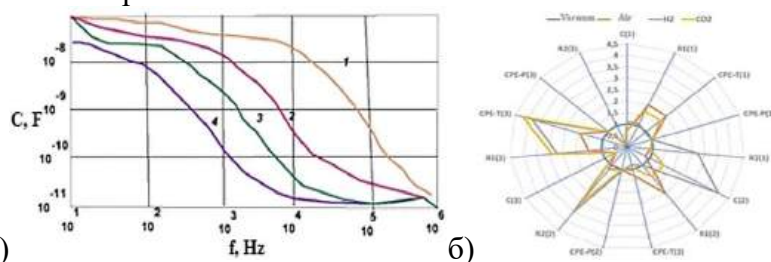


Рисунок 1 – а) Залежність $C(f, T)$ для тестової структури в газовому середовищі водню (товщина шару 106 мкм, пористість 65%); б) Розподіл значень еквівалентного електричного кола для трьох сенсорних елементів

При зміні газового середовища $C(f)$ структур збільшується на 100-1000% у діапазоні частот 10^2 - 10^6 Гц. В середовищі H_2 та CO_2 опір потенційного бар'єру знижується з 7000-15000 кОм до 5-15 кОм, ємність зростає з 0,1-0,5 пФ до 1-5 пФ. Розроблена матрична структура сенсорів забезпечує чутливість 0,01 ppm та похибку вимірювання не більше 2%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Levitsky I. Porous Silicon Structures as Optical Gas Sensors. *Sensors*. 2015. 15(8). P.19968-19991.
2. Klyui N.I., Lozinskii V.B., Liptuga A.I., Dikusha V.N., Oksanych A.P., Kogdas' M.G., Perekhrest A.L., Pritchin S.E. Effect of H^+ implantation on the optical properties of semi-insulating GaAs crystals in the IR spectral region. *Semiconductors*. 2017. 51(3). P. 305-309. DOI: [10.1134/S1063782617030113](https://doi.org/10.1134/S1063782617030113).
3. Belogorokhov A., Gavrilov S., Belogorokhov I. Structural and optical properties of porous gallium arsenide. *Physica status solidi (c)*. 2005. 2(9). P. 3491-3494.
4. Milovanov Y.S., Gavrilchenko I.V., Kondratenko S.V., Oksanich A.P., Pritchin S.E., Kogdas M.G. Influence of gas adsorption on the impedance of porous GaAs. *Functional Materials*. 2017. 24(1). P. 52- 55. DOI: [10.15407/fm24.01.052](https://doi.org/10.15407/fm24.01.052)
5. Oksanich A.P., Pritchin S.E., Kogdas M.G., Kholod A.G., Dernova M.G. Pd/Porous GaAs in the Manufacture of Schottky Diodes. *Proceedings of the International Conference on Modern Electrical and Energy Systems, MEES 2019*. 2019. P. 110–113, 8896603. DOI: [10.1109/MEES.2019.8896603](https://doi.org/10.1109/MEES.2019.8896603).

ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНИЙ АПАРАТ
ОЦІНКИ КОГНІТИВНИХ СТАНІВ ТВАРИН

Блудова М. Є., студ., e-mail: VVS11101992@gmail.com

Науковий керівник – ст. викл. Коршунов К. С.

Державний біотехнологічний університет

Оцінка когнітивних станів тварин є важливим напрямком сучасної ветеринарної медицини, нейронауки та етології. Одним із ключових методів дослідження мозкової активності є електроенцефалографія (ЕЕГ), що дозволяє реєструвати електричну активність головного мозку. Проблема полягає в розробці спеціалізованих ЕЕГ-апаратів, адаптованих для різних видів тварин, які б забезпечували точні вимірювання без стресу для піддослідних.

Сучасні дослідження свідчать про широке використання ЕЕГ у вивченні когнітивних функцій у тварин [1]. Встановлено, що різні спектри мозкових хвиль пов'язані з рівнем уваги, станом сну, стресом і навчанням. Також вивчається вплив різних факторів на електричну активність мозку, таких як навколишнє середовище, харчування і поведінкові особливості [2]. Новітні розробки у сфері ЕЕГ включають використання бездротових сенсорних систем, які дозволяють мінімізувати вплив обладнання на поведінку тварин.

Метою цієї роботи є розробка електроенцефалографічного апарата для оцінки когнітивних станів тварин.

При розробці апарата враховувалися такі аспекти:

- Мініатюрні бездротові електроди, що дозволяють отримувати ЕЕГ-сигнали без обмеження руху тварини.

- Алгоритми обробки сигналів, які використовують штучний інтелект для автоматичного розпізнавання станів свідомості.

- Матеріали електродів, що мінімізують подразнення шкіри і забезпечують стабільний контакт із поверхнею голови.

- Інтеграція з комп'ютерними системами для збору, аналізу та інтерпретації даних.

Структурна схема електроенцефалографічного апарата містить такі компоненти:

- Сенсорна система – набір бездротових електродів для реєстрації біоелектричних сигналів мозку.

- Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) – перетворює отримані аналогові сигнали у цифровий формат.

- Процесор обробки сигналів – виконує фільтрацію шумів, підсилення сигналу і його первинний аналіз.

- Бездротовий модуль зв'язку – передає оброблені сигнали на центральний комп'ютер.

- Програмне забезпечення – реалізує алгоритми розпізнавання когнітивних станів і їх візуалізацію у вигляді графіків.

- Живлення і система управління – відповідає за стабільну роботу пристрою і його енергоефективність.

Розробка сучасного ЕЕГ-апарата для тварин дозволить проводити дослідження когнітивних процесів без шкоди для піддослідних. Використання інноваційних технологій у реєстрації та аналізі ЕЕГ-сигналів сприятиме покращенню діагностики неврологічних захворювань і поглибленню розуміння механізмів мозкової активності тварин.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Іванченко М. Ю., Якимчук О. М., Цвіліховський М. І. Електроенцефалографія як метод діагностики за епілепсії собак. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 4(61). С.1–11.

2. Основи реєстрації та аналізу біосигналів: навч. посіб. / О. Г. Аврунін та ін. Харків: ХНУРЕ, 2019. 400 с.

ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ОПТИЧНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Боечко-Немовча А. О., бакалавр, e-mail: anastasiia.boiechko-nemovcha@nure.ua

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Аврунін О. Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Оптична навігація дозволяє визначити положення, орієнтацію та рух об'єктів за допомогою обробки зображень, отриманих від стандартних камер (RGB) що використовуються для отримання звичайної кольорової інформації, стереокамер з паралаксом для оцінки глибини, тепловізійних та інфрачервоних сенсорів/камер для роботи в умовах слабкого освітлення або ночі, гіперспектральних та мультиспектральних камер для аналізу вузькосмугових спектрів, лідарів для точного вимірювання відстаней, камер подій які реагують на зміну яскравості, а не на кадри, або ультразвукових та радарних сенсорів що використовується в комбінації з камерами для покращення точності [1, 2]. Однією з ключових складових таких систем є обробка зображень, яка включає методи покращення якості відеоданих, виділення ключових особливостей, трекінг рухомих об'єктів та їх класифікацію [3, 4]. Оптичні методи навігації, що базуються на обробці зображень, дозволяють визначити просторові координати та орієнтацію об'єкта за допомогою візуальних даних. Прикладами реалізації таких методів є системи SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), які поєднують локалізацію об'єктів з побудовою карти оточення. Вони можуть використовувати дані з RGB-D камер, лідарів або стереопар для точнішого відтворення тривимірної структури простору [5].

Складність систем оптичної навігації обумовлена знаходженням характерних базових точок для визначення просторової орієнтації об'єктів. Тому, необхідно розробляти методи попередньої обробки зображень, які усувають як локальні завади, так і сприяють визначенню базових точок-орієнтирів [6]. Для усунення завад доцільно використовувати адаптовані методи медіанної фільтрації, а для визначення базових точок та конфігурації об'єктів – операції виділення контурів та морфологічні операції. Важним етапом при цьому є узгодження методів фільтрації з послідовними методами аналізу зображень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Zhang, J., & Singh, S. (2017). Low-drift and Real-time Lidar Odometry and Mapping. *Autonomous Robots*, 41(2), 401-416. URL: <https://doi.org/10.1007/s10514-016-9548-2>
2. Sokolov A., Avrunin O., Selivanova K. and Shushliapina N. Application of Augmented Reality Technologies for Determining Distances in Navigation System for the Blind // 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Oct. 2024, pp. 530–533. doi: <https://doi.org/10.1109/tcset64720.2024.10755743>.
3. Sokolov, A., Sokolov, A., Sokolov, A., & Avrunin, O. (2025). Using the ARCore library to visualize keypoint clouds in navigation systems. *Radiotekhnika*, (219), 53–58. <https://doi.org/10.30837/rt.2024.4.219.06>
4. Tymkovych M., Avrunin O., Selivanova K., Kolomiets A., Bednarchyk T., and Saule Smailova. Correspondence matching in 3d models for 3d hand fitting // *Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska*. 2024. Vol. 14, no. 1. P. 78–82. doi: <https://doi.org/10.35784/iapgos.5498>.
5. Mur-Artal, Raul & Montiel, J. & Tardos, Juan. (2015). ORB-SLAM: a versatile and accurate monocular SLAM system. *IEEE Transactions on Robotics*. 31. 1147 - 1163. 10.1109/TRO.2015.2463671.
6. Selivanova, K. G., Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y., & Manhora, T. V. (2021). 3D Visualization of Human Body Internal Structures Surface During StereoEndoscopic Operations Using Computer Vision Techniques. *Przegląd Elektrotechniczny*, (9), 30–33.

ПЕРЕТВОРЕННЯ СВІТЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ЕНЕРГІЮ ДЛЯ РОСТУ РОСЛИН

Борщевський Р. В., магістр, e-mail: duman.alexandr@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Думанський О. В.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Зелені рослини – це організми, здатні здійснювати фотосинтез, процес перетворення води й вуглекислого газу на кисень та енергію у вигляді цукрів. Для цього потрібне світло як джерело енергії. Наукові дослідження та експерименти з фотосинтезу спрямовані на вивчення впливу різних частин спектра електромагнітного випромінювання на рослини й їхню еволюцію. Особливе значення у фотобіології мають ультрафіолетове (УФ), видиме та інфрачервоне (ІЧ) випромінювання. Рослини реагують на світло різних кольорів неоднаково: червоне світло стимулює ріст у висоту, тоді як синє забезпечує компактне зростання. Правильний баланс червоного й синього спектрів забезпечує нормальний ріст і форму рослини [1].

Технології освітлення рослин розвивались разом із технологіями освітлення для людей – починаючи з ламп розжарювання, відкритого дугового освітлення та газорозрядних ламп. Останнім проривом стали світлодіоди, які відкрили нові перспективи для ефективного вирощування як кімнатних, так і сільськогосподарських рослин.

Хлорофіл, основний пігмент фотосинтезу, представлений двома формами – хлорофілом "a" і "b", що надають рослинам їхній характерний зелений колір. У природі співвідношення цих форм становить приблизно 3:1. Хлорофіл поглинає енергію світла й передає електрони по ланцюгу реакцій, кінцевим результатом яких є синтез органічної речовини й виділення кисню. Таким чином, хлорофіл займає центральне місце у реакціях окислення-відновлення між водою та вуглекислим газом [1].

Доповнюють функції хлорофілу каротиноїди – червоні, жовті та оранжеві пігменти, що виконують роль сильних антиоксидантів. Найважливіші з них – лікопін, альфа-каротин, бета-каротин і лютеїн. Їхній синтез стимулюється світлом в діапазоні 449-475 нм (зелений і синій спектри).

Значний вплив на ріст рослин має червоне світло. Фітохроми – спеціальні пігменти – поглинають випромінювання з червоної частини спектра (650-680 нм) та регулюють ключові процеси: проростання насіння, розвиток коренів, бульб та плодоношення. Воно також стимулює цвітіння й формування плодів. Для акваріумних рослин червоне світло сприяє розвитку висоти стебел і формуванню коренів. Однак надлишок енергії в довгохвильовому червоному спектрі (500-580 нм) може стимулювати ріст фітопланктону [2].

Досягнення правильної освітленості, що відповідає фотоморфогенезу рослин називається фотоморфогенною достатністю. Відповідно до цього, в принципі, використовується лише потік на певних довжинах хвиль, що здатний викликати цільові результати. Морфогенетично активне випромінювання має спектральний діапазон між 200 і 800 нм. Біологічні системи зазвичай є морфогенетично вразливі при випромінюванні довжини хвиль від 280 нм до 320 нм. Тому фотосинтез відбувається всередині невеликої клітини рослини (хлоропласти) та їх ефективність задається часткою світлової енергії, перетвореної в хімічну енергію під час фотосинтезу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Костик Л. М. Моделювання світлодіодних опромінювальних приладів для світлокультури рослин. Електроніка та системи управління. 2007. № 4(14). С. 151–156.
2. Kotik M. I., Andriychuk V. A., Kostik L. N., Gerts N. V., Gerts A. I. Pulse light stimulation of pepper sprouts cultivation. *Light & Engineering*. 2019. Special Issue. Vol. 27. P. 84–91.

РОЗРОБКА АПАРАТУРИ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ПОСТІЙНИМ СТРУМОМ

Винник О. К., бакалавр, e-mail: lyashgen@gmail.com
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Ляшенко Г. А.
Державний біотехнологічний університет

Електрофорез – це фізіотерапевтичний метод лікування, що передбачає введення в організм хворого лікарських препаратів у вигляді іонів через неущожену шкіру або слизові оболонки за допомогою імпульсного або постійного струму. Електрофорез ще називають іонофорезом тому, що лікарські препарати вводяться в організм у вигляді іонів. Вони проходять через тканини тіла, утворюючи високі концентрації ліків у зоні впливу. Висока концентрація ліків може залишатись на ділянці тіла кілька годин, що посилює лікувальний ефект. При проведенні лікування на організм впливають як гальванічний струм, так і лікарські речовини. Їхнє спільне використання дозволяє отримати швидкий і якісний терапевтичний ефект.

Цікавою є розробка ефективної, низькоенергетичної електробіотехнології для лікування живих організмів. Така технологія передбачає використання дії постійного струму для доставки лікарських речовин у вигляді іонів у осередок запалення.

Від того, як вводити ліки в організм, залежить результат лікування. Електрофорез має значні переваги, якщо його порівняти із введенням лікарських препаратів у вигляді таблеток та ін'єкцій. Можна вводити кілька ліків одночасно. Під шкірою відбувається утворення так званого шкірного депо, що сприяє тривалості дії ліків.

Процедура електрофорезу досить проста. Тканинні прокладки надягають на електрод. На теплу та вологу прокладку наносять ліки строго на позитивний або негативний електрод. Електроди прикладаються до ділянки тіла. Силу струму та інтенсивність дії можна змінювати. Тривалість дії приблизно 10–15 хвилин.

Від даного методу лікування немає побічних ефектів у вигляді подразнення слизової оболонки шлунково-кишкового тракту. Оскільки шкірні покриви не порушуються, відпадає потреба у стерилізації. Кількісний опис дозування електрофорезу здійснюється на підставі загального рівняння лікарського електрофорезу.

Під впливом електричного струму реактивність організму змінюється, підвищуються абсорбційні властивості тканин, іони переходять в активний стан. За допомогою електрофорезу можна підвести ліки до хворого місця і створити високу концентрацію в зоні ураження. При електрофорез відсутня необхідність вводити розчинники та баластові речовини. Таким чином, навантаження на організм мінімальне, і досягається найкращий ефект у лікуванні.

Перевагою електрофорезу є можливість лікування захворювань, за яких введення препаратів парентерально протипоказане. Електрофорез також застосовується для лікування захворювань очей. При лікуванні електрофорезом може спостерігатись короточасний легкий знеболюючий ефект, а також заспокійливий ефект.

Вдосконалення методів лікування на основі електрофорезу є актуальним. Передбачаються подальші дослідження, пов'язані з розробкою апаратури щодо лікування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гусак В. Ефективність застосування внутрішньотканинного електрофорезу при реабілітації хворих із панариціями. *Scientific journal PHYSICAL CULTURE AND SPORT: SCIENTIFIC PERSPECTIVE*. Хмельницький національний університет. 2024. Т. 2, № 1. С. 113–122.

2. Черепок О. О. Медичне застосування електричного та магнітного полів, електромагнітного випромінювання / уклад. Н. Г. Волох. Запоріжжя: ЗДМУ, 2020. 140 с.

ФАКТОРИ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗАСОБІВ ІНФОРМАЦІЙНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ

Воронін Д. О., магістр, e-mail: d.o.voronin@student.khai.edu

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Олійник В. П.

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Сучасна медична практика широко використовує радіотехнічні методи і засоби, засновані на використанні низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) з нетепловим характером дії, організованого спеціальним чином, для профілактики і лікування захворювань людини, а в більш загальному випадку, впливу на живе, включаючи мікроорганізми, клітини і рослини [1]. Безпосереднє вимірювання наднизьких рівнів ЕМВ є складною технічною задачею, тому необхідний пошук рішень по кількісному оцінюванню факторів, що впливають на ефективність проведення інформаційно-хвильової терапії.

Мета роботи – розрахункове визначення рівня електромагнітного випромінювання пристроїв які використовуються для реалізації інформаційно-хвильових технологій.

Чинним фактором в інформаційно-хвильових технологіях є електромагнітне шумоподібне випромінювання надмалої інтенсивності ($10^{-15} \dots 10^{-20}$ Вт/см²), в смузі частот до 300 ГГц, зі специфічними динамічними параметрами. Причому, основні біологічні ефекти пов'язують з випромінюванням в діапазоні 50...70 ГГц.

В якості об'єкту дослідження був узятий реальний зразок пристрою інформаційно-хвильової терапії «Поріг-1». У цьому приладі застосований не класичний спосіб живлення НВЧ діелектричної антени за допомогою хвилеводу, а використаний періодичний імпульсний іскровий розряд для збудження всіх компонент електромагнітного поля, які відносяться до діючих на живий організм факторів.

Частоту проходження розрядних імпульсів f_1 обирають з низькочастотного інтервалу біологічно значущих частот впливу. Відомо, що багато апаратів для електролікування використовують імпульсні струми частотою 1–100 Гц (електропунктурна стимуляція, діадинамотерапія, частоти модуляції в ампліпульстерапії та дарсонвалізації). Для розрахунку приймемо значення $f_1 = 50$ Гц [2].

Тривалість імпульсу τ виберемо з даних про швидкодію газорозрядних імпульсних приладів, наприклад малопотужних тиратронів тліючого розряду. Максимальні частоти стійкої роботи цих приладів в імпульсних схемах складають 0,1–10 МГц. Тому, за тривалість іскрового розряду в міжелектродному проміжку візьмемо $\tau = 1$ мкс. Ця спрощена модель газорозрядного збудження дає можливість розрахувати потужність випромінювання в діапазоні 50...70 ГГц. Якщо частота $f_k \approx 60$ ГГц оптимальна для збудження діелектричної антени, то спектральна щільність потоку потужності складе $\sim 10^{-25}$ Вт/см² Гц.

Отримане значення спектральної щільності потоку потужності свідчить про нетепловий характер впливу електромагнітного випромінювання пристрою «Поріг-1» в діапазоні біологічно значимих надвисоких частот. Але, для підтвердження цього висновку необхідні додаткові експериментальні дослідження характеристик випромінювань в низькочастотних ділянках спектру.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Олійник В. П., Куліш С. М. Оцінка випромінювальних властивостей апарату для інформаційно-хвильової терапії. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*: науково-технічний журнал. Харків: НАУ «ХАІ», 2016. № 5(79). С. 155–159.

2. Litvin V. V., Kulish S. N., Oleinik V. P. Wideband Electromagnetic Superlow-Intensity EHF Radiation Characteristics for Information-Wave Technologies. *Telecommunications and Radio Engineering*. 2015. Vol. 74, Number 4. P. 355–372.

КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ВЕТЕРИНАРОМ

Галич А. А., студ., e-mail: VVS11101992@gmail.com

Науковий керівник – ст. викл. Сухін В. В.

Державний біотехнологічний університет

У сучасній ветеринарній медицині процес діагностики і вибору оптимального лікування є складним завданням, що вимагає обробки значного обсягу інформації. Ветеринарний лікар повинен враховувати клінічні прояви захворювань, результати лабораторних досліджень та інші фактори, що можуть впливати на діагноз [1]. Часто прийняття рішення відбувається на основі суб'єктивного досвіду лікаря, що може призводити до помилок. У зв'язку з цим постає питання розробки комп'ютерної програми, яка допоможе ветеринарам швидко та ефективно аналізувати дані та ухвалювати рішення.

Сучасні дослідження в галузі ветеринарної медицини демонструють зростаючий інтерес до використання інформаційних технологій. Відомі розробки у цій сфері включають експертні системи для діагностики інфекційних захворювань, аналізу біохімічних показників і прогнозування результатів лікування [2]. Однак більшість існуючих програм мають обмежену функціональність або не адаптовані для використання у ветеринарній практиці.

Метою дослідження є розробка комп'ютерної програми для підтримки прийняття рішень ветеринаром, яка дозволить автоматизувати процес аналізу клінічних даних і покращити точність діагностики і лікування тварин.

Розроблювана програма містить такі основні модулі: інтерфейс користувача, базу знань, алгоритмічний модуль, модуль візуалізації і модуль навчання.

На рис. 1 зображено фото одного з вікон програмного інтерфейсу користувача.

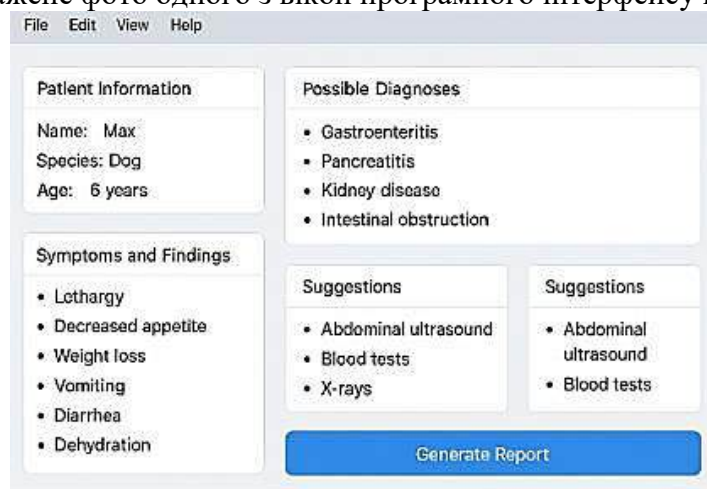


Рисунок 1 – Зображення вікна генерування звіту по хворій тварині

Принцип дії програми полягає в тому, що лікар вводить симптоми і лабораторні показники тварини, після чого система аналізує інформацію і видає рекомендації щодо можливих діагнозів і методів лікування.

Розробка комп'ютерної програми для підтримки прийняття рішень ветеринаром є важливим кроком у розвитку ветеринарної медицини. Така система допоможе знизити ймовірність діагностичних помилок, підвищити ефективність лікування та покращити загальний рівень ветеринарного обслуговування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Клінічна діагностика хвороб тварин / В.І. Левченко та ін.; за ред. В. І. Левченка і В. М. Безуха. Біла Церква, 2017. 544 с.
2. Лівощенко Л. П. Конспект лекцій з інноваційних технологій в ветеринарії і тваринництві: метод. вказ. для сам. роб. Суми, 2020. 107 с.

АСПЕКТИ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ПЛАНТОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Галушко Д. Є., аспірант, e-mail: dmytro.halushko@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Носова Т. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Плантографічна діагностика спрямована на діагностику різних патологічних станів стопи людини, зокрема, таких як плоскостопість, неправильний розподіл навантаження, різні типи деформацій [1]. Це дуже важливий метод та неінвазивний визначення стану стопи при фізичній реабілітації [2]. Для його реалізації використовуються спеціальні пристрої – плантографи, які дозволяють отримати зображень відбитків стоп і засновані на різних фізичних принципах реєстрації [1]. Актуальним є використання методу за допомогою телемедицини сервісів [3, 4]. Отримані зображення відбитків стоп підлягають візуальній оцінці. Тому, доцільною є розробка методів аналізу пантографічних зображень для автоматизації визначення діагностичних показників стану стопи. Перед стадіями сегментації та аналізу зображень завжди виконуються операції попередньої обробки зображень [5, 6]. Вони спрямовані на усунення завад, що виникають при отриманні зображень. Це, в першу чергу шуми, які найбільш проявляються при недостатній освітленості, відблиски та неоднорідності освітлення, що потребує використовувати різні методи низькочастотної та рангово-порядкової фільтрації, корекції фону та виявлення та усунення артефактів.

Попередня обробка пантографічних зображень потребує комплексного підходу, який повинен бути адаптований до притаманних відповідному методу отримання вхідних зображень завад та артефактів, а також повністю узгоджений з послідовними стадіями сегментації необхідних ділянок стопи та визначення їх геометричних властивостей. Лише в цьому випадку можливо бути досягти високої достовірності автоматизованого аналізу пантографічних даних. Вибір та обґрунтування необхідних методів попередньої обробки і є ціль подальших досліджень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Цапенко В. В., Терещенко М. Ф. Метод дослідження біомеханічних параметрів стопи людини. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2018. № 29. С. 51–59.
2. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / С. В. Павлов, О. Г. Аврунін, С. М. Злепко, Є. В. Бодяньський та ін.; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.
3. Avrunin, O., Kolisnyk, K., Nosova, Y., Tomashevskyi, R., & Shushliapina, N. (2020). Improving the methods for visualization of middle ear pathologies based on telemedicine services in remote treatment. *Paper presented at the 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology, KhPI Week 2020 - Conference Proceedings*, 347-350. [doi:10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250090](https://doi.org/10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250090).
4. Sokol, Y., Avrunin, O., Kolisnyk, K., & Zamiatin, P. (2020). Using medical imaging in disaster medicine. *Paper presented at the 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems, IEPS 2020 - Proceedings*, 287-290. [doi:10.1109/IEPS51250.2020.9263175](https://doi.org/10.1109/IEPS51250.2020.9263175)
5. Місоченко С. Ю., Селіванова К. Г., Аврунін О. Г. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедицини зображень. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD2022*, 19-21 жовтня 2022 р. Харків: НТУ «ХПІ», 2022. С. 902.
6. Tymkovych, M. et al. (2021). Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation of Deformable Human Anatomy of Nasal Cavity. *8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings*, vol 80. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64610-3_14.

ПЛАЗМЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИСТРОЇ У ВЕТЕРИНАРІЇ

Гладишев А. В., бакалавр, e-mail: ttenniect@ukr.net

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Косуліна Н. Г.

Державний біотехнологічний університет

Технологія, що найактивніше розвивається сьогодні за кількістю готових рішень, зовсім не штучний інтелект, а технологія холодної або низькотемпературної плазми. У світі зростає кількість лікарсько-стійких бактеріальних та грибкових інфекцій, тому все більшого значення набуває розробка альтернативних варіантів знищення їх збудників. До подібних методів відноситься терапія холодною атмосферного тиску плазмою (САРР) що має підтверджену ефективність лікування антибіотикорезистентних бактеріальних, вірусних і грибкових інфекцій.

Мета роботи – аналіз типів пристроїв холодної атмосферної плазми.

Холодна плазма – це сукупність або потік заряджених частинок, які загалом електронейтральні й мають досить низьку температуру атомів та іонів, наприклад, близьку до кімнатної температури. У той самий час так звана електронна температура, відповідна рівню збудження чи іонізації речовини плазми, може становити кілька тисяч градусів. В одних режимах – холодна плазма дає дуже значний локальний окисний вплив, як би припікання, а в інших режимах вона може запускати відновлювальний механізм.

У даний час існує три основних типи пристроїв, кожен з яких має певні переваги та недоліки.

1. Найбільш простий і дешевий тип (від 2000 євро) створює електричний заряд на катоді пристрою та використовує як анод шкіру, при цьому плазма генерується у вузькому просторі між ними (рис. 2). Його основними перевагами (крім вартості) є легкість використання та порівняно проста конструкція, що дозволяє жити пристрій від батареї.
2. Другий тип пристроїв використовує проміжне середовище (наприклад, піну), поміщене між катодом і шкірою як провідник електрики. Це зменшує чи усуває відчуття поколювання (рис. 3). Цей метод дозволяє обробляти відносно велику площу поверхні та економить час. Однак при лікуванні невеликих ран, піну важко розмістити правильно, що може ускладнити застосування пристрою.
3. Третій тип пристроїв генерує плазму з інертного газу, такого як аргон, а потім випускає через кінчик ручки у вигляді невеликого струменя полум'я (рис. 1). Струмінь проводять по поверхні шкіри круговими рухами, близько, але не торкаючись самої рани. Така конструкція дозволяє проводити вибірково «точкову» обробку, навіть у глибоких складках шкіри або ранових порожнинах, та забезпечує швидке висушування мокнучих та гнійних ран з мінімальним подразненням або шумом. Недолік полягає у високій вартості (до 15000 євро), споживанні газу та дуже обмеженій портативності пристрою.



Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3

Метод ефективно знищує збудників інфекції незалежно від наявності лікарської стійкості та прискорює одужання пацієнта, особливо за наявності факторів, що уповільнюють загоєння. Оскільки застосування препарату швидке, безболісне та нескладне, він зручний для щоденного використання у ветеринарній практиці, хоча остаточна об'єктивна оцінка його ефективності поки що відсутня. Важливо, що САРР-терапія має замінювати ретельну ветеринарну діагностику, оскільки дозволяє вилікувати основне захворювання.

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ БЛОКА ІМПУЛЬСНОЇ ВИСОКОВОЛЬТНОЇ НАПРУГИ
ДЛЯ ЗАСОБІВ ГАЗОРОЗРЯДНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇДахно І. М., бакалавр, e-mail: i.m.shestopalova@student.khai.edu

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Олійник В. П.

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Засоби газорозрядної візуалізації (ГРВ) засновані на реєстрації та обробці випромінювання газового розряду, що виникає при поміщенні об'єктів різної природи в імпульсне електричне поле високої напруженості. Світіння розряду реєструється, за допомогою цифрової відеокамери підключеної до комп'ютера, у вигляді матриці двовимірного зображення [1]. Програмна обробка зображення дозволяє розрахувати ряд кількісних показників за якими формується діагностичний висновок стану об'єкту дослідження. ГРВ засоби знайшли практичне застосування у наступних напрямках діагностики: медицина – для аналізу стану вегетативної нервової системи та моніторингу реакцій організму у процесі терапії; спорт, військова та правоохоронна сфери – для оцінювання функціонального стану особового складу; дослідження рідин та матеріалів – для виявлення структурних відмінностей.

Така велика кількість напрямів застосування вимагає забезпечення фізичних умов виникнення розряду довкола об'єкту на вимірювальному сенсорі [1].

Мета роботи – розширення функціональності засобів ГРВ шляхом адаптації параметрів блоку високовольтної імпульсної напруги в залежності від виду об'єкту та умов дослідження.

Як показав огляд відкритих інформаційних джерел по технічній реалізації методу ГРВ – не існує стандартизованих технічних характеристик для відповідних засобів діагностики [1]. У першу чергу це пов'язано з потенційним різноманіттям об'єктів ГРВ-досліджень. Ці особливості враховує генератор високовольтної імпульсної напруги з розширеною варіабельністю електричних характеристик, що забезпечує режими біомедичної газорозрядної візуалізації.

Джерелом послідовності імпульсів прямокутної форми є імпульсний генератор з переключенням фіксованих значень частоти: 1, 10, 20, 50, 100, 250 кГц. Вибір значень частот дає змогу адаптувати процес візуалізації залежно від електрофізичних властивостей об'єкту дослідження. Тривалість імпульсів для крайніх частот повинна бути не менше 10 і 1 мкс, відповідно. Ця вимога забезпечується додатковим регулюванням тривалості імпульсу.

Таймер циклу візуалізації виконує синхронізацію тривалості розряду довкола об'єкту з фіксацією світіння відеокамерою. Затримка проходження імпульсів напруги через комутатор необхідна для попереднього розташування об'єкта на сенсорі. Тривалість експозиції повинна одночасно відповідати умовам неруйнівного впливу розряду на об'єкт і часовим характеристикам фіксації зображення. Для практичних реалізацій час експозиції становить від 0,1 до 32 с.

Необхідну імпульсну потужність розряду забезпечує підсилювач з навантаженням на імпульсний підвищувальний трансформатор. Це дозволяє отримати інтервал плавного регулювання амплітуди імпульсу на сенсорі в межах 1...25 кВ. Як додаткові параметри циклу візуалізації використовуються значення струму і напруги розряду в електричному колі сенсора [1].

Запропонована структура блоку високовольтної імпульсної напруги для засобів газорозрядної візуалізації, що забезпечує умови виникнення світіння газового розряду з урахуванням варіабельності електрофізичних характеристик об'єкту дослідження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Oliinyk, V., Babakov, M., Lomonosov, Y., Oliinyk, V., Zinchenko, O. (2022). Modernization of gas discharge visualization for application in medical diagnostics. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (1(66)), 21–29. <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.263397>

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ТЕРМОГРАФІЇ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Демидов Д. А., студ., e-mail: tte_nniekt@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.

Державний біотехнологічний університет

Внаслідок екзотермічних біохімічних процесів в клітинах та тканинах, а також за рахунок вивільнення енергії, пов'язаної з синтезом ДНК і РНК, виробляється велика кількість тепла – 50–100 ккал/грам. Це тепло розподіляється всередині організму за допомогою циркулюючої крові і лімфи. Кровообіг тіла вирівнює температурні градієнти, а сама кров завдяки високій теплопровідності, що не залежить від характеру руху, здатна здійснювати інтенсивний теплообмін між різними областями організму. Найбільш теплою є змішана венозна кров, яка слабо охолоджується в легенях і підтримує оптимальну температуру тканин, органів та систем. Температура крові, що проходить по шкірних судинах, знижується на 2–3°. При наявності будь-яких патологій в організмі система кровообігу порушується. Зміни виникають тому, що підвищений метаболізм в осередку запалення збільшує перфузію крові і, отже, теплопровідність, що відбивається на термограмі появою вогнища гіпертермії

Мета дослідження – показати перспективи використання й напями застосування термографічної техніки для діагностики захворювань організму людини.

Термографія – це метод функціональної діагностики, основою якого є реєстрація інфрачервоного випромінювання тіла, що ґрунтується на виявленні термоасиметрії (гіпер- або гіпотермічних ділянок) [1].

Метод відзначається високим рівнем безпеки, легкістю у виконанні та швидким отриманням результатів. Інфрачервона термографія є унікальним неінвазивним способом діагностики та контролю стану організму. Це надійний і відтворюваний метод, який за рівнем чутливості та специфічності не поступається іншим діагностичним підходам. Виявлення патологій за допомогою термографії ґрунтується на тому, що різні захворювання змінюють як розподіл, так і інтенсивність теплового (інфрачервоного) випромінювання.

Завдяки термографічному методу можна здійснювати топічну діагностику пухлинних уражень, розрізняти доброякісні та злоякісні новоутворення, а також прогнозувати розвиток захворювання. Найчастіше ця технологія використовується для діагностики пухлинних процесів у молочних залозах, шкірних покриттях і м'яких тканинах.

Фізіологічна основа термографії полягає в тому, що інтенсивність інфрачервоного випромінювання над патологічною ділянкою змінюється: у зонах підвищеного кровопостачання та активних метаболічних процесів вона зростає, а в областях зі зниженим кровообігом – зменшується, що супроводжується відповідними змінами в навколишніх тканинах.

Важливо зазначити, що термографія фіксує не анатомічні структури, а функціональні зміни, які відбуваються в організмі. Це дає змогу виявляти новоутворення на ранніх стадіях, коли їхній фізичний розмір ще незначний. У нормальному стані термографічний малюнок поверхні тіла є стабільним: найнижчі температури спостерігаються на дистальних відділах кінцівок, кінчику носа, вушних раковинах, а найвищі – в зоні губ, щік, шиї та пахв. Температура інших ділянок є відносно сталою. Добові коливання шкірної температури можуть становити 0,3–0,4 °C.

Слід враховувати, що термоасиметрія не завжди свідчить про наявність патології. Фізіологічна асиметрія характеризується незначними температурними відмінностями, які відрізняються від патологічних змін. У нормі різниця між симетричними зонами не перевищує 0,2–0,4 °C.

Результати термографії залежать від численних факторів: віку, товщини підшкірної жирової клітковини, густоти волосяного покриву, розташування та діаметра кровонесних судин, наявності пігментних плям тощо [2].

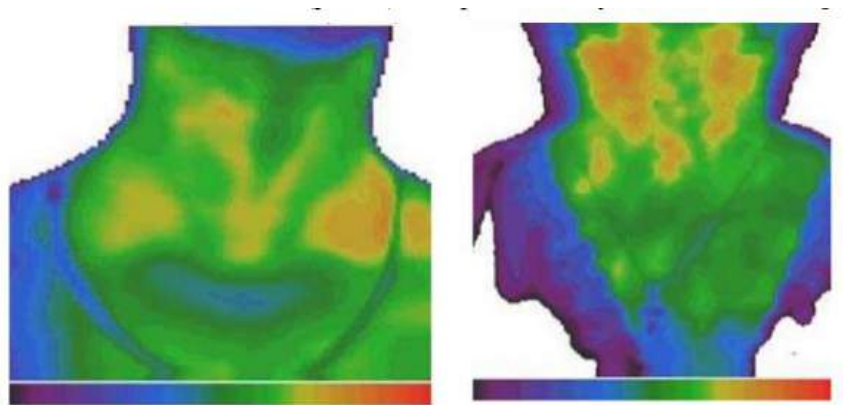


Рисунок 1 – Термограма здорової шиї (зліва) і при раку верхньої частини правої долі щитовидної залози (справа)

На сьогодні основним способом аналізу термографічних зображень у медичних закладах залишається візуальна оцінка [2]. Для ефективного впровадження термографії у клінічну практику необхідно розширювати можливості автоматизованої обробки термограм.

Серед перспективних напрямів розвитку термографічних методів можна виокремити:

1. Підвищення якості зображень за допомогою просторової, частотної та вейвлет-фільтрації, а також гістограмного та порогового аналізу пікселів, що дасть змогу зменшити рівень шумів.

2. Нормалізація термографічних зображень для уніфікації алгоритмів їхньої обробки, аналізу та сегментації, що дозволить порівнювати результати термографії у різних групах пацієнтів.

3. Автоматичне виділення зон інтересу шляхом використання методів сегментації та виявлення контурів на зображенні. Це сприятиме ідентифікації ділянок із температурними аномаліями, визначенню симетрії теплового поля для різних частин тіла.

4. Розрахунок кількісних характеристик термограм за допомогою аналізу теплових зон із використанням лінійних та нелінійних методів. Зокрема, можливе застосування спектрального, вейвлет-, ентропійного та фрактального аналізу.

5. Використання сучасних технологій, зокрема штучних нейронних мереж, для класифікації та автоматизованого аналізу термограм. Створення ефективних систем класифікації потребує вибору оптимальних характеристик термограм, які відповідатимуть певним захворюванням або групам патологій.

Запровадження цих підходів у тепловізійну медичну техніку сприятиме тому, що термографія наблизиться за діагностичною значущістю до рентгенологічних та магнітно-резонансних методів. У перспективі вона може навіть частково витіснити ці методи завдяки своїм перевагам, таким як неінвазивність, простота виконання та відносно доступна вартість обладнання.

Рання діагностика патологічних процесів, особливо злоякісних новоутворень, є ключовим фактором для успішного лікування. Термографія, завдяки своїй мобільності та швидкому отриманню результатів, дозволяє оперативно виявляти підозрілі ділянки та своєчасно проводити додаткові уточнюючі дослідження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/b845c6d3-74fa-4db8-9702-cab4d5cc3f0c/content>
2. <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8f072024-0269-412d-b261-418059bebd9e/content>

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ САДОВИХ КУЛЬТУР

Денисов Б. Ю., асп., e-mail: tte_nniekt@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.

Державний біотехнологічний університет

Сучасне сільське господарство активно шукає інноваційні методи підвищення врожайності без шкоди для навколишнього середовища. Одним із перспективних напрямків є використання електромагнітних технологій, які дозволяють стимулювати ріст і розвиток рослин, підвищуючи їхню стійкість до стресових умов. Застосування електромагнітного випромінювання для обробки насіння, саджанців і ґрунту сприяє прискоренню біохімічних процесів, що позитивно впливає на врожайність садових культур.

В основі методу лежить вплив електромагнітних полів різної інтенсивності на біологічні об'єкти. Таке випромінювання може змінювати проникність клітинних мембран, активувати ферментативні системи та стимулювати процеси фотосинтезу.

Основні методи застосування електромагнітного поля включають:

- Передпосівну обробку насіння – покращує схожість, прискорює проростання.
- Електромагнітну стимуляцію саджанців – сприяє укоріненню та адаптації до зовнішніх умов.
- Обробку ґрунту електромагнітними хвилями – активізує мікробіологічну активність і покращує структуру ґрунту.

Використання електромагнітної технології має низку переваг:

- Підвищення врожайності – стимулювання росту рослин сприяє збільшенню кількості та якості плодів.
- Стійкість до хвороб – активізація імунної системи рослин зменшує сприйнятливність до патогенів.
- Екологічна безпечність – відсутність хімічного впливу робить метод безпечним для довкілля.
- Зменшення використання добрив – підвищення ефективності поглинання поживних речовин дозволяє скоротити їхнє застосування.

Експериментальні дослідження підтверджують ефективність електромагнітних методів у вирощуванні плодових і ягідних культур. У садах, де застосовували електромагнітну стимуляцію, відзначено збільшення врожайності на 15–25 %, покращення якості плодів та їхньої лежкості.

Електромагнітні технології є перспективним напрямом у садівництві, що сприяє підвищенню врожайності та стійкості культур до несприятливих умов. Подальші дослідження допоможуть удосконалити методи застосування електромагнітного випромінювання для ефективного сільського господарства.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Analysis of Processes of Image Formation of Bio-Objects Based on Gas Discharge Visualization / N. Kosulina, M. Sorokin, Yu. Handola, S. Kosulin, K. Korshunov, M. Chorna, V. Sukhin. *SSRG International Journal of Electrical and Electronics Engineering*. 2024. Vol. 11, Issue 4. P. 109-117. DOI: [10.14445/23488379/IJEEE-V11I4P112](https://doi.org/10.14445/23488379/IJEEE-V11I4P112). <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/b845c6d3-74fa-4db8-9702-cab4d5cc3f0c/content>
2. Чорна М. О., Вусатий М. В. Використання інформаційних електромагнітних технологій в сільському господарстві. *Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України*. 2019. Вип. 152. С. 141–142.

ЛІКУВАННЯ ВИБУХОВИХ ТРАВМ М'ЯКИХ ТКАНИН КІНЦІВОК

Звягінцев Б. А., студ., e-mail: Alesya.dom@gmail.com

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Лисиченко М. Л.

Державний біотехнологічний університет

Лазерна терапія з 60-х років XX століття широко починає розвиватись у клінічній медицині для лікування різних захворювань. Однак, в останні роки почав розвиватись новий перспективний напрямок лазерної терапії – лазерна термотерапія, яка передбачає, нагрівання біологічної тканини в процесі впливу лазерним випромінюванням ближнього інфрачервоного діапазону спектру (810–1060 нм) до температури 37–42°C. Когерентне оптичне випромінювання вказаного діапазону забезпечує проникнення енергії випромінювання в глибину тканини з незначним зменшенням густини потужності в глибину біотканини.



Рисунок 1 – Лазерна обробка пошкоджень поверхневих пошкоджень тканин нижніх кінцівок

Завдяки специфічній властивості лазерного випромінювання і відносно великій потужності, від 1 Вт до 10 Вт і забезпечується локальне підвищення температури при застосуванні лазерного випромінювання, як в безперервному, так і в імпульсному режимі. Це дозволяє обробляти значний об'єм біологічної тканини. При цьому, створюється тепловий градієнт з одночасним здійсненням фотохімічного впливу, що і забезпечує високу терапевтичну ефективність методу цього методу лікування [1].

Фототермічні процеси прямо впливають на молекули, біологічний гомеостаз клітин і тканин, які лежать в найважливіших фізіологічних функцій організму, а саме:

- підвищення швидкості протікання біохімічних реакцій;
- покращення мікроциркуляції кровотоку та лімфовідтоку;
- активізацію процесів регенерації пошкоджених тканин;
- протизапальну дію;
- протинабряковий ефект;
- анальгезуючий та міорелаксуючий ефект.

Лазерна обробка пошкоджених тканин, навіть після тяжких травм м'язів і покривних тканин сприятиме відновленню м'язів, як скорочувального органу (рис. 1) [2, 3].

Яскраво вираженою особливістю лазерного випромінювання як терапевтичного фактору є його стимулююча дія на процеси регенерації тканини, в основі якої лежить інтенсифікація проліферації клітин під впливом когерентного інфрачервоного випромінювання. Крім того, відбувається прискорення регенерації кісткової, сполученої та епітеліальної тканин навколо пошкодженої нижньої кінцівки, в тому числі активізується процес приживлення трансплантатів шкіри і кісток.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лазер і здоров'я / А. В. Кіпенський, Л. Я. Васильєва-Лінецька, Вуйцік Вальдемар та ін. Харків: Комунальне підприємство «Міська друкарня», 2024. 387 с.
2. Effect of low-level laser irradiation on osteoglycin gene expression in osteoblasts / S. Hamaji-ma, K. Hiratsuka, M. Kiyama-Kishikawa et al. *Lasers Med. Sci.* 2003. Vol. 18, № 2. P. 78-82.
3. Low-energy Laser irradiation promotes the survival and cell cycle entry of skeletal muscle satellite cells / C. Shefer, T. Patridge, L. Heslop et al. *J. Cell. Sci.* 2002. Vol. 115. P. 1461-1469.

СЕНСОРИ ЗАСОБІВ ГАЗОРОЗРЯДНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

Зінченко О. М., асп., e-mail: a.zinchenko@khai.edu

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Олійник В. П.

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Метод газорозрядної візуалізації (ГРВ) є перспективним напрямом для дослідження біологічних об'єктів, матеріалів та фізичних явищ. Він базується на реєстрації світлового випромінювання, що виникає при газовому розряді навколо об'єкта під дією змінного електричного поля. Застосування ГРВ засобів в медичній діагностиці стримується відсутністю стандартизованих технічних рішень як на розроблені зразки, так і окремі складові [1]. До найвідповідальніших складових засобів ГРВ належить сенсор. Він забезпечує формування розряду, світіння якого є основою діагностичного висновку.

Метою роботи є вироблення вимог до основних елементів сенсору для ГРВ діагностики функціонального стану людини.

Узагальнена структура пристроїв для ГРВ досліджень показана на рис. 1. Детально процес візуалізації та умови виникнення розряду довкола пальця людини приведені в роботі [1]. Основними елементами сенсору є прозора діелектрична пластина і прозорий електрод.

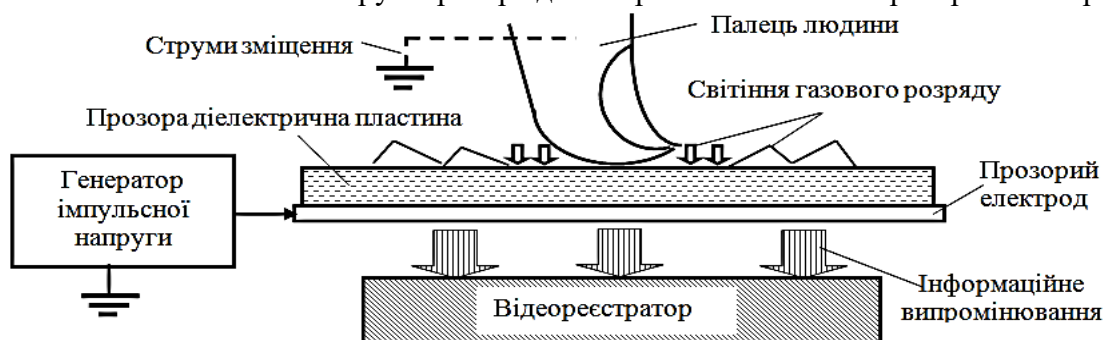


Рисунок 1 – Спрощена структура пристроїв газорозрядної візуалізації

Основні вимоги до діелектричної пластини: прозорість в оптичному діапазоні, діелектричні (електричні ізоляційні) властивості, механічна міцність, геометрична форма. Кварцове скло найбільш відповідає зазначеним вимогам. Відрізняють кварцове скло від всіх інших відомих стекл його винятково високі фізико-хімічні властивості. До таких властивостей варто віднести низький температурний коефіцієнт лінійного розширення, рівний $5,8 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$, високу прозорість в області довжин хвиль $0,2 \dots 1,4 \text{ мкм}$, малі діелектричні втрати і великий питомий опір $10^{15} \dots 10^{18} \text{ Ом} \cdot \text{см}$, а також високу хімічну стійкість у кислотах і воді. Пластина повинна мати форму квадрата або диска з лінійними розмірами $\sim 50 \text{ мм}$ (для ГРВ дослідження пальця людини). Товщину скла обирають з одночасного дотримання умов механічної міцності і достатньої напруженості електричного поля для досягнення розряду. За експериментальними даними при товщині скла $\sim 1,5 \text{ мм}$ амплітуда імпульсної напруги розряду становить $5 \dots 15 \text{ кВ}$, що є допустимим компромісним рішенням.

Щодо прозорого електроду – то сучасним технологічним рішенням є напилення на нижню поверхню скляної пластини надтонкого шару провідника. Найчастіше використовують плівки оксиду олова, модифікованого домішками сурми, фосфору, цинку, фтору і т.д. Ці плівки прозорі у видимому та ближньому інфрачервоному оптичному діапазоні, безбарвні, їх питомий поверхневий опір $\sim 10 \text{ Ом/м}$, товщина не перевищує 1 мкм .

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Oliinyk, V., Babakov, M., Lomonosov, Y., Oliinyk, V., Zinchenko, O. (2022). Modernization of gas discharge visualization for application in medical diagnostics. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (1(66)), 21–29. <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.263397>.

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ ТВАРИН

Корнюшин А. А., студ., e-mail: VVS11101992@gmail.com

Науковий керівник – ст. викл. Сухін В. В.

Державний біотехнологічний університет

Моніторинг рухової активності тварин є важливим завданням у ветеринарній медицині і сільському господарстві. Відстеження фізичної активності дозволяє своєчасно виявляти захворювання, оцінювати рівень стресу і коригувати умови утримання. Однак існуючі методи часто мають обмежену точність або вимагають значних фінансових витрат. Крім того, традиційні методи спостереження є трудомісткими і не дозволяють проводити безперервний контроль за станом тварин. Саме тому необхідно розробити автоматизовану систему моніторингу, яка дозволить здійснювати відстеження рухової активності у режимі реального часу.

Останні наукові роботи зосереджені на розробці нових підходів до моніторингу рухової активності тварин. Використання GPS-трекерів, акселерометрів, біосенсорів і методів комп'ютерного зору дозволяє отримувати точні дані про рухову активність [1, 2]. Дослідження Guo et al. (2021) описує застосування сенсорних мереж для безперервного моніторингу тварин, а Tani&Pedrana (2020) аналізують використання носимих пристроїв для оцінки благополуччя тварин. Існують системи, що базуються на штучному інтелекті та алгоритмах машинного навчання, які дають змогу розпізнавати аномальні зміни поведінки тварин.

Основною метою є розробка системи моніторингу рухової активності тварин на основі сучасних сенсорних технологій та алгоритмів обробки даних. Це дозволить підвищити ефективність догляду і діагностики захворювань у тварин.

Розроблювана система складається з кількох основних компонентів:

- Сенсорний модуль – містить акселерометри, гіроскопи та GPS-модулі для збору даних про рух тварини. Біосенсори можуть додатково вимірювати фізіологічні параметри, такі як температура тіла і частота серцевих скорочень.
- Комунікаційний блок – передає зібрані дані через бездротові технології (Wi-Fi, Bluetooth, LoRa), що забезпечує безперервний моніторинг у режимі реального часу.
- Обчислювальний модуль – сервер або хмарна платформа, яка здійснює обробку отриманих даних. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє виявляти аномальні зміни в русі тварин і прогнозувати можливі захворювання.
- Інтерфейс користувача – мобільний або вебдодаток, який забезпечує зручний доступ до даних, дозволяючи власникам і ветеринарам аналізувати активність тварин та отримувати попередження у разі виявлення відхилень.
- Модуль енергозабезпечення – акумуляторна батарея або сонячні панелі, що забезпечують безперебійну роботу пристроїв моніторингу у віддалених місцевостях.

Розробка ефективної системи моніторингу рухової активності тварин сприятиме покращенню здоров'я і добробуту тварин. Інтеграція сучасних сенсорних технологій і штучного інтелекту дозволить здійснювати безперервний контроль, своєчасне виявлення проблем та оперативне реагування на зміни в поведінці тварин. Запропонована система може бути корисною у ветеринарії, фермерському господарстві і наукових дослідженнях. Подальші дослідження можуть бути зосереджені на розширенні функціональності системи, впровадженні додаткових сенсорів і підвищенні точності алгоритмів аналізу даних.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гончаренко І. В., Отченашко В. В. Інформаційні технології: навч. посіб. Київ: НУБіП, 2009. 125 с.
2. Інформаційні технології: навч. посіб. / Ю. В. Волосюк та ін.; під заг. ред. А. В. Нелепової. Київ: Кафедра, 2017. 200 с.

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ВІДНОВЛЕННЯ ПАЦІЄНТІВ ПІСЛЯ ТРАВМ
НА ОСНОВІ ПРОСТИХ НОСИМИХ ПРИСТРОЇВ ТА СМАРТФОНІВКорщіков А. М., асп., e-mail: andrii.korshchikov@nure.ua

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Аврунін О. Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Використання простих носимих пристроїв та смартфонів для моніторингу динаміки відновлення пацієнтів після травм набуває все більшого значення в сучасній реабілітаційній медицині [1]. Ці технології забезпечують безперервний збір даних про фізичну активність і фізіологічні показники пацієнтів, що сприяє персоналізації реабілітаційних програм та підвищенню їх ефективності. Такі сенсори, такі як акселерометри та гіроскопи, дозволяють відстежувати рухову активність пацієнтів у реальному часі. Зокрема, вони використовуються для оцінки відновлення після інсульту, травм опорно-рухового апарату та інших неврологічних станів. Застосування таких пристроїв сприяє покращенню результатів реабілітації завдяки наданню зворотного зв'язку та підвищенню мотивації пацієнтів [1, 2].

Смартфони, оснащені вбудованими датчиками, також відіграють важливу роль у моніторингу стану пацієнтів. Вони можуть збирати дані про рівень фізичної активності, частоту серцевих скорочень та інші життєво важливі показники. Спеціалізовані мобільні додатки дозволяють пацієнтам самостійно відстежувати свій прогрес та отримувати рекомендації щодо подальших кроків у реабілітаційному процесі [1, 3].

Дослідження у цій сфері спрямовані на створення ефективних методів моніторингу та відновлення пацієнтів з використанням сучасних пристроїв та програмного забезпечення. Запропоновані системи сприяють підвищенню точності контролю стану пацієнтів і дозволяють проводити корекцію реабілітаційних заходів на основі об'єктивних даних [3, 4].

Однак, незважаючи на значний потенціал носимих пристроїв та смартфонів у реабілітації, існують певні виклики. Серед них – забезпечення точності та надійності зібраних даних, інтеграція з існуючими медичними інформаційними системами, а також захист конфіденційності та безпеки персональних даних пацієнтів. Подолання цих перешкод вимагатиме тісної співпраці між розробниками технологій, медичними працівниками та користувачами систем [4].

Інтеграція простих пристроїв моніторингу та смартфонів у процес реабілітації пацієнтів після травм відкриває нові можливості для покращення якості медичних послуг. Подальші дослідження сприятимуть створенню більш ефективних та доступних рішень для моніторингу та підтримки пацієнтів на шляху до одужання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Павлов С. В., Аврунін О. Г., Злепко С. М., Бодяньський Є. В., Колісник П. Ф., Лисенко О. М., Чайковський І. А., Філатов В. О. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.
2. Носова Я. В., Прісич О. Ю., Аврунін О. Г. Особливості функціональної діагностики стану верхніх дихальних шляхів у спортсменів. *Інформатика, управління та штучний інтелект: тези восьмої міжнародної науково-технічної конференції*. Харків: НТУ «ХПІ», 2021. С. 101.
3. Аврунін О. Г., Носова Я. В., Худаєва С. А. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках. *Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні: тези доп. 5-ї всеукраїнської науково-практичної конференції*. 2018. С. 117–119.
4. Аврунін О. О. Аналіз пневматичної потужності при диханні людини. *Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті: матеріали 26-го Міжнародного молодіжного форуму*, 19-21 квітня 2022 р. Харків: ХНУРЕ, 2022. Т. 1. С. 40–41.

БІОФІЗИЧНІ ЧИННИКИ ВПЛИВУ ВАРІАЦІЙ ГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Круподьор А. Д., магістр, e-mail: a.d.krupodor@student.khai.edu

Науковий керівник – канд. тухн. наук, доц. Олійник В. П.

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

Внаслідок коливань сонячної активності магнітне поле Землі постійно зазнає змін. Ці процеси впливають на біосферу та можуть викликати зміни у функціонуванні живих організмів, у тому числі і людини [1, 2]. Сучасні дослідження вказують на зв'язок між геомагнітними флуктуаціями та змінами біофізичних параметрів організму, однак при цьому не аналізується енергетичний механізм такого впливу, як первинного діючого чинника.

Мета роботи – визначення первинних фізичних явищ, що пояснюють виникнення біосенсорних реакцій організму на періодичні збурення геомагнітного поля.

Геомагнітне поле Землі впливає на біологічні об'єкти через різні фізичні процеси. Біосередовища, що є водомісткими, мають діаманітні та парамагнітні властивості, що дозволяє зовнішньому магнітному полю проникати в біотканини без суттєвих спотворень. Це поле може впливати на біологічні системи шляхом зміни властивостей рухомих біологічних рідин, зокрема в'язкості крові (магнітогідродинамічний ефект), а ефект Холла спричиняє виникнення додаткових електричних потенціалів в судинному руслі, що можуть впливати на регулятивні процеси кровообігу організму [2].

Також важливим чинником є динаміка варіацій геомагнітного поля. Ці коливання річного, місячного, добового та погодинного характеру можуть співпадати з власними біоритмами організму людини і спричиняти резонансні явища [1].

Квантові ефекти відіграють важливу роль у впливі геомагнітного поля на біологічні процеси. Ефект Зеемана, що полягає в розщепленні енергетичних рівнів під дією магнітного поля, може змінювати електронні спектри біологічних молекул. Це явище є основою електронного парамагнітного резонансу (ЕПР), який визначає реакцію парамагнітних частинок, таких як вільні радикали, що беруть участь у біохімічних процесах. Зміни в їхньому енергетичному спектрі можуть впливати на активність ферментів та інтенсивність метаболічних реакцій.

Ще одним важливим механізмом впливу є ядерний магнітний резонанс (ЯМР), що виникає в присутності магнітного поля та електромагнітного випромінювання [2]. Враховуючи, що біологічні тканини містять значну кількість води, протонний ЯМР є можливим механізмом взаємодії геомагнітного поля з біологічними системами. Варіації інтенсивності поля можуть викликати зміни в енергетичному балансі клітин, впливаючи на їхню регенерацію, обмін речовин та адаптаційні процеси організму.

Геомагнітне поле відіграє важливу роль у підтриманні енергетичного балансу біологічних систем. Його варіації мають кореляцію з біофізичними процесами, впливаючи на електромагнітний гомеостаз організму, біохімічні реакції та функціонування клітин. Для дослідження кількісних показників кореляції є перспективним використання як класичних засобів реєстрації електричних біопотенціалів (наприклад електрокардіографія), так і електрофізичних показників біологічно активних точок організму людини (електропунктурна діагностика).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Горго Ю. П., Разумовський А. К. До питання визначення впливу низькочастотних параметрів магнітного поля Землі на біологічні об'єкти. *Молодий вчений*. 2015. № 6(21). С. 8–11.
2. Мінцер О. П., Потяженко М. М., Невойт Г. В. Магнітоелектрохімічна теорія обміну речовин: моногр. у 2 т. Т. 1. Концептуалізація / за заг. ред. О. П. Мінцера, М. М. Потяженка. Київ–Полтава: Інтерсервіс, 2021. 352 с.

ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ РОСЛИННОЇ КЛІТИНИ

Крючков Р. Р., магістр, e-mail: roman200205@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Савченко В. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вода відіграє важливу роль у біологічних об'єктах рослинного походження, оскільки всі біохімічні процеси в клітинах рослин відбуваються у водному середовищі. Вода використовується у всіх хімічних реакціях, переміщує поживні речовини, підтримує пружність органів [1].

Мета дослідження – встановлення впливу магнітного поля на питому електропровідність рослинної клітини.

У клітинах рослин поживні речовини знаходяться у дисоційованому стані. Під дією магнітного поля зростає ступінь електролітичної дисоціації [2], внаслідок чого змінюється питома електропровідність розчину:

$$\gamma = \sum_{i=1}^k f_i \alpha_i \beta_i \lambda_i^0 C_i e^{\frac{m N_a (K_i^2 B^2 + 2 K_i B v)}{2 R T}}, \quad (1)$$

де f_i – коефіцієнт електропровідності; α_i – ступенем електролітичної дисоціації до обробки в магнітному полі; β_i – стехіометричний коефіцієнт реакції; λ_i^0 – рухливість іона, $\text{См} \cdot \text{м}^2/\text{моль}$; C_i – концентрація солі, моль/л ; m – маса іона, кг ; N_a – число Авагадро; B – магнітна індукція, Тл ; v – швидкість руху розчину, м/с ; K – коефіцієнт.

Ступінь електролітичної дисоціації та коефіцієнт взаємодії залежать від концентрації електроліту. Тому залежність (1) для широкого діапазону зміни концентрації речовин має складний характер. Оскільки концентрація солей і кислот у рослинній клітині є невисокою, то ці коефіцієнти можна вважати незалежними від концентрації розчину.

Експериментальні дослідження зміни питомої електропровідності при обробці водного розчину в магнітному полі проводили з розчином такого складу: амоній азотнокислий – 11,36 г/л; натрій азотнокислий – 0,12 г/л; калій сірчаноокислий – 1,56 г/л; кальцій фосфорнокислий двозаміщений – 6,6 г/л; магній сірчаноокислий семиводний – 1,05 г/л. За складом і концентрацією мінеральних елементів цей розчин подібний до клітинного розчину рослин.

Розчин пропускали в чашках Петрі через магнітне поле, яке створювалося постійними магнітами, зі швидкістю 0,4 м/с. Досліди проводилися при чотирикратному перемагнічуванні і температурі розчинів 20 °С.

Магнітну індукцію регулювали зміною відстані між магнітами в межах 0–0,4 Тл і вимірювали тесламетром 43205/1.

Питому електропровідність визначали до магнітної обробки розчину і після неї лабораторним кондуктометром КЛБ-1М.

У результаті проведених досліджень встановлено, що при зміні магнітної індукції від 0 до 0,065 Тл питома електропровідність водних розчинів збільшується, а при подальшій збільшенні магнітної індукції починає зменшуватися, але була вищою, ніж у необробленому в магнітному полі розчині.

Оскільки при обробці водного розчину в магнітному полі збільшується його питома електропровідність, відповідно, покращується розчинність солей і кислот.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Monkade, M. Influence of the Electromagnetic Device Aqua 4D on Water Quality and Germination of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Int. J. Curr. Eng. Technol.*, 2020. P. 19–24.
2. Классен В. И. Омагничивание водных систем. М.: Химия, 1982. 296 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЇ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ АТРОФІЇ М'ЯЗІВ У ТВАРИН

Куриленко А. В., студ., e-mail: tte_nniekt@ukr.net
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.
Державний біотехнологічний університет

Атрофія м'язів у тварин є поширеною проблемою, що виникає внаслідок травм, захворювань, малорухливого способу життя або вікових змін. Втрата м'язової маси та сили може суттєво впливати на якість життя тварини, обмежуючи її рухливість та загальний фізіологічний стан. Одним із сучасних методів лікування м'язової атрофії є електростимуляція – застосування електричних імпульсів для стимулювання скорочення м'язів.

Даний метод широко використовується у ветеринарній медицині для реабілітації після операцій, лікування неврологічних розладів та покращення загального фізичного стану тварин.

Мета дослідження – пояснити механізм дії електростимуляції на м'язи. Показати переваги використання даного методу.

Електростимуляція працює на основі передачі низькочастотних електричних імпульсів через шкірні електроди до нервово-м'язової системи. Основні ефекти, які забезпечує цей метод:

- Активація м'язових волокон – стимулює їх скорочення, що запобігає атрофії та сприяє збільшенню м'язової маси.
- Покращення кровообігу – сприяє постачанню кисню та поживних речовин до уражених ділянок.
- Запуск процесів регенерації – сприяє відновленню пошкоджених тканин та нормалізації функції м'язів.
- Зменшення больового синдрому – електростимуляція здатна впливати на нервові закінчення, знижуючи біль.

Застосування цього методу у ветеринарній практиці допомагає ефективно лікувати собак, котів, коней та інших тварин, що страждають на м'язову слабкість.

Метод електростимуляції використовується при таких патологіях у тварин:

- Післяопераційна реабілітація – для відновлення м'язів після хірургічних втручань на кінцівках або хребті.
- Неврологічні порушення – при паралічах або парезах кінцівок.
- Артрити та дисплазії суглобів – для зниження запалення та покращення рухливості.
- Вікові зміни – підтримка м'язового тону у старих тварин.
- Реабілітація після травм – переломи, розриви зв'язок, ушкодження сухожилів.

Даний метод також застосовується у спортивних тварин (наприклад, коней) для прискорення відновлення після інтенсивних навантажень.

У ветеринарній практиці використовуються різні режими електростимуляції залежно від патології:

- Низькочастотна стимуляція (1–10 Гц) – для покращення кровообігу та відновлення нервових закінчень.
- Середньочастотна стимуляція (20–50 Гц) – для зміцнення м'язів та відновлення їх функції.
- Високочастотна стимуляція (60–120 Гц) – для знеболювання та зняття спазмів.

Типовий курс лікування складається з 10–20 процедур по 15–30 хвилин кожна, залежно від стану тварини. У поєднанні з фізіотерапією, масажем та медикаментозним лікуванням електростимуляція дає найкращі результати.



Рисунок 1 – Ветеринарна процедура електростимуляції м'язів у собаки в клінічному середовищі

Переваги та обмеження методу

Переваги:

- Неінвазивність – процедура не потребує хірургічного втручання.
- Мінімальний ризик побічних ефектів.
- Можливість використання в домашніх умовах під контролем ветеринара.
- Висока ефективність у відновленні рухливості кінцівок.

Обмеження та протипоказання:

- Гострі запальні процеси у тканинах.
- Злоякісні пухлини.
- Важкі серцево-судинні захворювання.
- Епілепсія у тварин.

Перед призначенням курсу електростимуляції необхідно провести ретельне обстеження тварини та проконсультуватися з ветеринаром.

Електростимуляція є ефективним і безпечним методом лікування м'язової атрофії у тварин. Вона дозволяє відновити м'язову функцію, знизити біль і прискорити реабілітацію після травм та операцій. Завдяки сучасним технологіям, електростимуляція стає доступною не лише у ветеринарних клініках, але й для використання в домашніх умовах.

Подальші дослідження у цій галузі сприятимуть розширенню можливостей застосування електростимуляції у ветеринарній медицині, підвищенню ефективності методики та розробці нових пристроїв для індивідуального використання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бойко В.М. Фізіотерапія у ветеринарній медицині. Київ: Аграрна освіта, 2021.
2. ДСТУ ISO 14708-3:2018. Медичне обладнання для електростимуляції.
3. Кравченко О.Л. Методи електротерапії в реабілітації тварин. Львів: Ветеринарна академія, 2020.
4. Наукові дослідження з ветеринарної реабілітації. *Журнал ветеринарної медицини України*. 2022. № 3.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЇ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ОЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ДОМАШНІХ ТВАРИН

Куропятнік С. В., студ., e-mail: tte_nniekt@ukr.net
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.
Державний біотехнологічний університет

Визначення причин сліпоти у ветеринарній офтальмології є актуальною темою. Існує велика кількість хвороб центральної та периферичної нервової системи, які можуть призводити до часткової або повної втрати зорової функції у тварин. Електроретинографія може стати надійним діагностичним методом дослідження для уточнення локалізації дисфункції та причин сліпоти у собак і котів. Зорові викликані потенціали (ЗВП) і електроретинографія взаємодоповнюють один одного і дають більше уявлення про електрофізіологію зорового процесу

Електроретинограма (ЕРГ) являє собою електричний відгук, який генерується всією сітківкою під час стимуляції коротким стимулом світла або зміною просторової організації яскравості (патернами) [1]. ЕРГ використовується для оцінки функції тканини сітківки, наприклад, для оцінки фоторецепторів, нейрональних клітин (горизонтальних, біполярних, амакринових клітин) і гліальних клітин та їхньої взаємодії. На електроретинограмах можна виділити 3 компоненти: початкова а-хвиля, b-хвиля та пізня с-хвиля. Під час оцінки ЕРГ враховуються амплітуда та тривалість хвиль: а-хвиля генерується фоторецепторами сітківки; b-хвиля відображає відповіді Оп-біполярних клітин (клітини, що збуджуються під дією світла на центр рецептивного поля) та клітин Мюллера у внутрішніх шарах сітківки; с-хвиля генерується в пігментному епітелії сітківки (ПЕМС), але не аналізується в класичній ЕРГ. Залежно від виду ЕРГ с-хвиля може бути позитивною, негативною або відсутньою (цілком або частково).

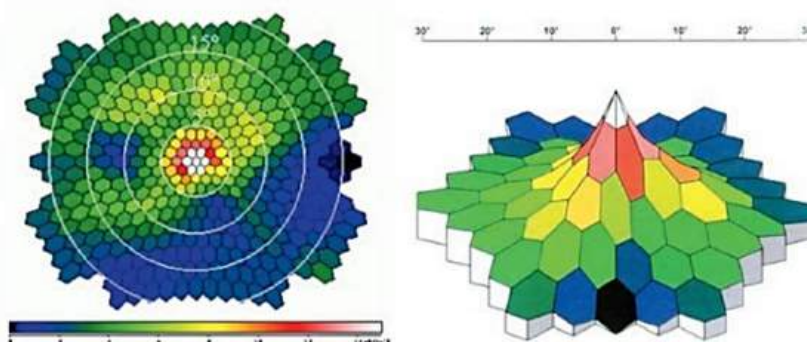


Рисунок 1 – Топографія електроретинографічних значень, що показує центральний макулярний пік у нормі. Найвищий пік (білий колір) – найбільш чутлива ділянка сітківки – макула. Низьку чутливість має зоровий нерв (синій колір)

Електрофізіологічне дослідження, як і раніше, залишається одним із найбільш інформативних методів діагностики захворювань структур сітківки, важливим джерелом об'єктивної оцінки функціонального стану зорового аналізатора. Але також електроретинографічне дослідження вимагає більш простих і адаптованих методів, що дають змогу суворо диференціювати підхід до найдрібніших анатомічних і функціональних змін на основі відкритих баз даних і сучасної адаптації на основі штучного інтелекту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Alitto, H.J. & Usrey, W.M., Dynamic properties of thalamic neurons for vision, Progress in Brain Research, 2005, No. 149, 83-90.
2. Alonso J.M., Yeh C.I., Weng C., Stoelzer C., Retinogeniculate connections: a balancing act between connection specificity and receptive field diversity, Progress in Brain Research, 2006, No. 154, 3-13.

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ ВІРУСІВ

Кучер Д. О., бакалавр, e-mail: oceanalexx@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Козак О. В.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

У наш час досить важливим є проведення експрес-діагностики персистуючої вірусної інфекції. Частіше за все час відіграє дуже значущу роль, тому ця тема є актуальною у будь-який момент.

Автоматизовані програми для після обробки при флуоресцентній мікроскопії вірусів можуть бути корисним інструментом для аналізу зображень, отриманих за допомогою мікроскопа. Для визначення інтенсивності флуоресценції, розміру та форми вірусних частинок, їх локалізації та розподілу в клітинах потрібна велика кількість обчислень та аналізу даних.

Для більш детального розуміння пропонується оптична схема флуоресцентного мікроскопа. Вона складається з декількох ключових компонентів, таких як:

1. Джерело світла: це може бути лампа ртуті, лазер або інші джерела світла, які випромінюють світло з відповідною довжиною хвилі, необхідною для стимуляції флуоресценції.

2. Фільтри: фільтри дозволяють пропускати тільки світло з необхідною довжиною хвилі.

3. Об'єктив: фокусує світло на об'єкті та збирає флуоресцентне світло, яке випромінюється.

4. Детектор: збирає флуоресцентне світло, яке випромінюється від об'єкта та перетворює його на електричний сигнал (це можуть бути різноманітні фотодіоди, фотоелектронні підсилювачі та камери).

5. Планшет із програмним забезпеченням: дозволяє збирати та обробляти зображення.

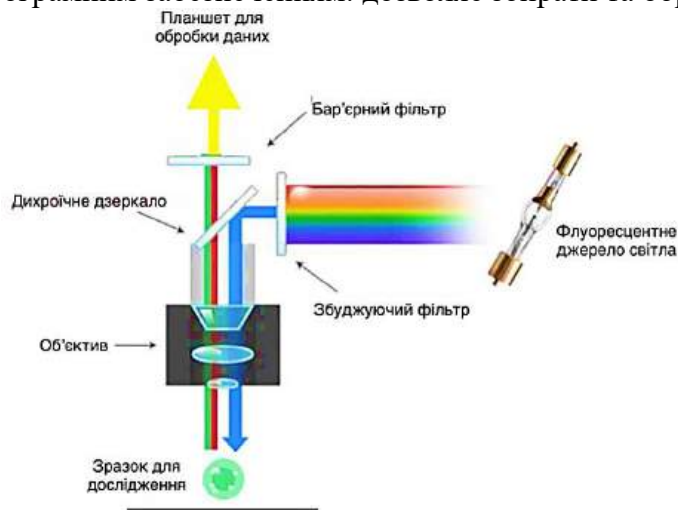


Рисунок 1 – Оптична схема флуоресцентного мікроскопа

Флуоресцентна мікроскопія дозволяє виявляти та вивчати інфекційні агенти, досліджувати біологічні процеси на молекулярному рівні. Експрес-діагностика за допомогою флуоресценції є перспективною технологією в біології та медицині, забезпечуючи швидкі та точні результати. Цей метод має високу специфічність і чутливість, він дозволяє виявити віруси навіть у низьких концентраціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Herman B. Fluorescence Microscopy, 2nd ed. Garland Science: London, 2020. 188 p.
2. Alberts B., Johnson A., Lewis J. Molecular Biology of the Cell, 6th Edition. Garland Science, 2015.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ РІПАКУЛавренко Д. С., асп., e-mail: tte_nniect@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.

Державний біотехнологічний університет

Україна наразі стикається з нагальною необхідністю розширення використання альтернативних джерел енергії та впровадження екологічних технологій. Це обумовлено тим, що власний видобуток нафти покриває лише 8–10% потреб країни, а решта постачається за рахунок імпорту, що спричиняє енергетичну залежність від країн-експортерів.

Перспективність використання відновлюваних джерел енергії пояснюється їхньою екологічною безпечністю, низькими експлуатаційними витратами та неминучим виснаженням традиційних паливних ресурсів. В Україні найбільш вигідною культурою для виробництва біодизеля є ріпак. Окрім високої продуктивності з 1 га посівів, ця культура забезпечує ефективний процес збирання врожаю за допомогою комбайнів.

На сьогодні для передпосівної обробки насіння найчастіше застосовують хімічні методи, які потребують значних фінансових вкладень, становлять екологічну загрозу та негативно впливають на здоров'я людей і тварин.

Перспективним рішенням цієї проблеми є використання електромагнітного поля (ЕМП) у КВЧ-діапазоні для обробки насіння. Високочастотний вплив забезпечує ефективніше знезараження у порівнянні з термічними, хімічними та механічними методами. Застосування ЕМП сприяє зниженню витрат матеріальних та енергетичних ресурсів, підвищенню врожайності культур і отриманню екологічно чистої продукції.

ЕМП не лише стимулює життєздатність насіння, але й негативно впливає на збудників хвороб. Це пояснюється різною чутливістю рослин і мікроорганізмів до електромагнітного випромінювання. Ефективність взаємодії ЕМП із біологічними структурами залежить від дози випромінювання, тобто кількості енергії, поглиненої насінням протягом певного часу.

Рослини, що розвиваються з насіння, обробленого в стимулюючих дозах, зазнають змін у морфологічних і біохімічних параметрах. Посилення обмінних процесів на ранніх стадіях розвитку сприяє активнішому накопиченню фітомаси, покращенню фотосинтезу, оптимізації водного балансу та пропорційного розвитку надземної і кореневої частин. Як результат, у зерні підвищується вміст білка, змінюється його якісний склад, збільшується врожайність та олійність культури. Схожість насіння зростає на 5–10%, рівень ураження хворобами знижується на 20–30%, а загальна врожайність підвищується на 15–20%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Analysis of the electromagnetic field of multilayered biological objects for their irradiation in a waveguide system / V. Popriadukhin, I. Popova, N. Kosulina, A. Cherenkov, M. Chorna. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 6/5(90). P. 58–66.

2. Analysis of Processes of Image Formation of Bio-Objects Based on Gas Discharge Visualization / N. Kosulina, M. Sorokin, Yu. Handola, S. Kosulin, K. Korshunov, M. Chorna, V. Sukhin. *SSRG International Journal of Electrical and Electronics Engineering*. 2024. Vol. 11, Issue 4. P. 109-117. DOI: [10.14445/23488379/IJEEE-V11I4P112](https://doi.org/10.14445/23488379/IJEEE-V11I4P112).
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/b845c6d3-74fa-4db8-9702-cab4d5cc3f0c/content>

3. Чорна М. О., Вусатий М. В. Використання інформаційних електромагнітних технологій в сільському господарстві. *Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України*. 2019. Вип. 152. С. 141–142.

БІОМЕХАНІКА ПЛЕЧОВОГО СУГЛОБА: АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА СТАТИСТИКА ПОШКОДЖЕНЬ

Лисенко Н. О., студ., e-mail: nikita.lysenko@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Носова Т. В.
Харківський національний університет радіоелектроніки

Плецовий суглоб є найбільш рухливим суглобом людського організму, що забезпечує широкий діапазон рухів верхньої кінцівки. Його анатомічна будова включає чотири основні з'єднання: грудино-ключичне, акроміально-ключичне, лопатково-грудне та власне плечове зчленування. Така складна структура забезпечує високу мобільність, але одночасно робить суглоб вразливим до різних пошкоджень. Біомеханічні дослідження показують, що плечовий суглоб функціонує за принципом важеля третього роду, де сила м'язів застосовується ближче до точки обертання, ніж опір. Це забезпечує високу швидкість і амплітуду рухів, але збільшує навантаження на сухожилля та зв'язки, що підвищує ризик мікротравм. За даними досліджень, близько 65% населення у віці від 40 до 60 років страждає на хронічний біль у плечовому суглобі. Основними причинами цього є дегенеративні та запальні процеси, зокрема пошкодження ротаторної манжети, тендиніти та бурсити. З усіх порушень функції плечового суглоба пошкодження ротаторної манжети становлять до 70% випадків. Це патологія, що розвивається через мікротравматизацію сухожил'я або їх вікову дегенерацію, що призводить до обмеження рухів, слабкості та болю при навантаженнях. Біомеханіка плечового суглоба має велике значення не лише у повсякденному житті, а й у спортивній медицині. Особливо високий ризик ушкоджень спостерігається у спортсменів, що виконують повторювані надголовні рухи – плавців, тенісистів, волейболістів, важкоатлетів. Постійне перевантаження без належного відновлення може спричинити розвиток таких патологій, як імпіджмент-синдром (защемлення сухожил'я), хронічна нестабільність плеча, тендопатії, а в довгостроковій перспективі – артроз плечового суглоба. Крім фізичних навантажень, значну роль у розвитку патологій відіграють і інші фактори: вроджена гіпермобільність суглобів, порушення постави, слабкість стабілізуючих м'язів (зокрема, лопаточної групи), а також неправильна техніка виконання рухів. Для профілактики болю у плечовому суглобі важливо приділяти увагу зміцненню м'язів ротаторної манжети, підтримці правильної біомеханіки рухів та своєчасній діагностиці навіть незначного дискомфорту, що може свідчити про початкові стадії патологічного процесу. Для зменшення ризику пошкоджень плечового суглоба застосовують комплексні методи профілактики, зокрема спеціальні вправи для зміцнення м'язів-стабілізаторів, ергономічну корекцію робочого місця та фізіотерапевтичні процедури. Згідно зі статистичними даними, ефективність комплексного підходу до лікування становить понад 80%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / С. В. Павлов, О. Г. Аврунін, С. М. Злепко, Є. В. Бодянський та ін.; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.
2. Виробничі технології та матеріали: навч. посібник / А. Д. Салєєва, І. Л. Солнцева, Л. О. Белєвцова, Т. В. Носова, В. В. Семенець. Харків: ХНУРЕ, 2022. 92 с.
3. Біомеханічні основи протезування та ортезування: навч. посібник / А. Д. Салєєва, В. В. Семенець, Т. В. Носова, І. М. Василенко, П. О. Баєв, С. В. Корнєєв, О. М. Литвиненко, І. В. Карпенко, І. М. Чернишова, І. В. Кабаненко. Харків: ХНУРЕ, 2022. 352 с.
4. Конструювання та технології виготовлення ортезів на хребет: навч. посібник / А. Д. Салєєва, О. Г. Аврунін, В. Г. Петров, Т. В. Носова, П. О. Баєв, В. В. Півоваров, І. В. Карпенко, С. В. Корнєєв. Харків: ХНУРЕ, 2022. 176 с.

ДЖЕРЕЛА ХОЛОДНОЇ АТМОСФЕРНОЇ ПЛАЗМИ ДЛЯ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Мальцев К. В., бакалавр, e-mail: kirill_malsev@meta.ua,
 Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Косуліна Н. Г.
 Державний біотехнологічний університет

Холодна атмосферна плазма (САР) – це унікальний тип плазми, який включає нейтральні атоми та молекули, електрони, радикали, електричні поля, збуджені стани, УФ-фотони та іони. Його можна отримати за допомогою ряду різних електричних розрядів, таких як тліючий розряд (плазмовий струмінь, плазмова голка, плазмовий олівець і діелектричний бар'єрний розряд (DBD) і коронний розряд.

Існує багато категорій, які використовуються для класифікації джерел САР, включаючи режим плазмового розряду, характеристики взаємодії з об'єктами та частоту збудження. Класифікація відповідно до електричної конфігурації та характеристик взаємодії плазми та об'єкта забезпечує найзагальнішу відмінність із різними типами САР, розробленими в кожному. Як показано на рис. 1, плазмовий струмінь, DBD і коронний розряд є звичайними джерелами САР, що генерується при атмосферному тиску. Показано зображення плазмового розряду для кожної конфігурації. Генерація плазми між двома електродами, яка використовується в більшості пристроїв САР, не відбувається спонтанно. Напруженість електричного поля та довжина вільного пробігу для електронів визначають основні властивості, які мають бути в належних діапазонах для ініціювання розряду, причому останній залежить від щільності та тиску газу-носія, а також від розміру зазору. З обмеженням роботи при атмосферному тиску та фіксованому розмірі зазору основною змінною є напруженість електричного поля, яка зазвичай збільшується через прикладену напругу та струм.

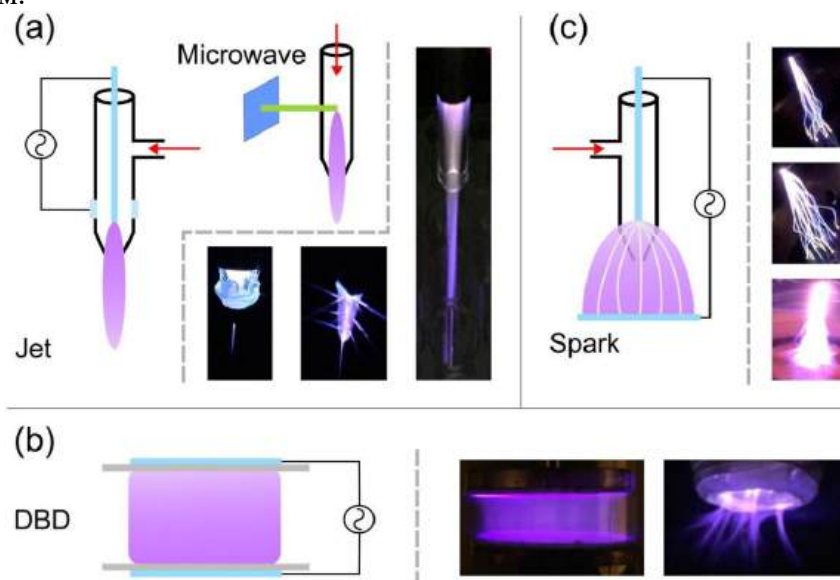


Рисунок 1 – Типові конфігурації системи САР для доставки плазми із зображеннями розряду: (а) плазмовий струмінь, (б) діелектричні бар'єрні розряди (DBD) і (с) коронні розряди

Як тліючий розряд, плазмовий струмінь є продовженням стовпа активного розряду або розпаду від місця генерації. Типові плазмові струмені сконфігуровані в кільцеву структуру з потоком газу через центральний канал. Цей потік створює «струмені», за яким ці пристрої отримали назву. Плазмові струмені також можуть бути створені з різних конфігурацій, включаючи модифікований DBD і дуговий розряд. Плазмові струмені часто більш підходять для цілеспрямованої модифікації тривимірних структур або структур на місці, і на відміну від більшості інших форм генерації плазми, плазмові струмені не вимагають проходження предмета між електродами для взаємодії з розрядом. Різні конфігурації, швидкості потоку та

електричні характеристики можуть бути реалізовані для зміни природи струменя. Для обробки великих поверхонь/об'єктів було винайдено декілька плазмових струменів або масиви плазмових струменів. Кілька менших плазмових струменів для доставки плазми називаються плазмовими «ручками», «олівцями» або плазмовими голками та використовуються для точно контрольованих медичних застосувань. Окремо пристрої DBD можуть бути розроблені в планарній або трубчастій конфігурації залежно від мети доставки: планарна орієнтація дозволяє значно більшу площу для модифікації поверхні або матеріалу, а також однорідність у застосуванні, тоді як трубчасті DBD часто використовуються, коли мішенями є самі гази, наприклад, для різних біомедичних застосувань.

Коронні розряди генеруються шляхом створення електричного поля, достатньо сильного, щоб іонізувати газ, що оточує електрод, але недостатньо сильного, щоб створити дугу або електричний пробій. Вони можуть генеруватися за допомогою широкого діапазону потенціалів постійного і змінного струму, зазвичай залежать від іонізації газу-носія та характеризуються як позитивні або негативні корони залежно від електрода, на якому утворюється розряд. Більшість природної атмосферної плазми генерується коронним розрядом, причому блискавка є, мабуть, найвідомішою. Коронний розряд найчастіше з'являється як стримерний або іскровий розряд для промислового застосування, особливо коли необхідне травлення або інші модифікації поверхні мішені.

Тліючі розряди, які не включають стример або іскру, можна використовувати за обставин, коли сильний електричний струм або раптове іскроутворення може пошкодити об'єкт, наприклад, під час доставки з живими тканинами. Імпульсні розряди також можна використовувати для генерації полів високої потужності без утворення дуги чи іскор. Коли перевага віддається тліючим розрядам, частіше використовуються інертні елементарні гази, оскільки характеристики молекулярних газів, як правило, призводять до збільшення утворення стримерів.

Дуговий розряд характеризується нижчою напругою та вищим струмом, ніж тліючий розряд, тоді як тліючий розряд залежить від термоелектронної емісії електродів, що підтримують дугу, що пов'язано з тепловими, хімічними та електричними явищами в регіоні. Дуговий розряд можна застосовувати для синтезу наддрібних частинок, плазмового наплення, різання (тканини), зварювання металів, виробництва біогазу, обробки відходів тощо. У цьому оглядовому документі коротко представлено тліючий розряд для біомедичних застосувань та його доставку.

Електроспреї та плазмові спреї, як альтернатива доставці плазми та розчинів, оброблених плазмою, пропонують широкий спектр потенційних біомедичних застосувань. Яворек та ін [1] узагальнив фізичні процеси та явища комбінації електророзпилювачів і САР. Плазмові спреї можуть зменшити розмір крапель і збільшити співвідношення площі поверхні до об'єму, таким чином покращуючи перенесення активних речовин, що виробляються плазмою, у воду. Плазмові спреї, виготовлені таким методом, мають сильну антибактеріальну дію. Комбінація плазми та аерозолів використовується в ситуаціях, коли необхідно уникати прямого контакту. Розробка плазмових спреїв також призвела до глибшого розуміння надзвичайно складних хімічних реакцій. Крім того, Stancampiano et al. показали, що плазмові розпилювачі створюють нові можливості для посилення передачі енергії активації від плазми до рідини, контролю реактивності рідини, виробництва під час польоту та доставки на вимогу мікро/наноматеріалів дизайну, пов'язаних із кластерами та/або випаровуванням рідини, а також доставки короткоживучих видів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Cold atmospheric plasma delivery for biomedical applications = Доставка холодної атмосферної плазми для біомедичних застосувань. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2022.03.001>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702122000608#f0010>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702122000608?via%3Dihub>

БЕЗПЛОТНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ РЕПРОДУКТИВНОЇ ФУНКЦІЇ КОРІВ НА ПАСОВИЩІ

Мальцев К. В., студ., e-mail: kirill_malsev@meta.ua

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Шигимага В. О.

Державний біотехнологічний університет

Відтворення поголів'я корів є одним з найбільш важливих факторів раціонального отримання продукції як молочного, так і м'ясного скотарства.

Якщо корова є безплідною і не приносить при цьому здорового теляти щорічно, то всі її інші високі якості мають невелике значення. Залишається небагато можливостей для підвищення ефективності відтворення традиційними методами розведення, годівлі та утримання тварин. Збільшення надоїв молока може призвести до негативного енергетичного балансу і репродуктивним проблемам.

У зв'язку з цим необхідне впровадження сучасних автоматизованих систем, одна з яких – система контролю активності за допомогою БПЛА.

Мета роботи – запропонувати проект автоматизованої системи дистанційного моніторингу репродуктивної функції корів на пасовищі за допомогою БПЛА. Об'єкт дослідження: процес визначення репродуктивної поведінки тварин технічними засобами. Предмет дослідження: дистанційне визначення репродуктивної функції корів шляхом автоматизації контролю рухової активності і передачі даних за допомогою БПЛА.

Основні матеріали.

Датчик «Ovi-bovi» відстежує рухову активність корови і дистанційно передає дані в безліцензійній смузі 433 МГц. Корова починає активно рухатись в період статевої охоти, що і відстежує датчик-акселерометр, закріплений на нашійнику.

Система складається з:

- 1) індивідуальних бездротових датчиків активності, які носяться коровами на нашійниках;
- 2) приймального вузла з антеною, що приймає дані і передає їх на приймач, однак, потужність передавача складає всього 10 мВт, що не дозволяє відстежити тварину на відстані понад 100 м;
- 3) програмного забезпечення з репродуктивного контролю стада для зоотехніка, ветлікаря, завідувача фермою.

Завдання – виявлення корів в охоті – з економічної значущості одна з найважливіших в молочному скотарстві, особливо гостро стоїть у великих господарствах, де візуальне визначення охоти утруднено.

Датчики «Ovi-bovi» одягаються коровам на стандартні нашійники. шириною 4 см абсолютно довільно і не потребують підзарядки 10 років. Датчик можна перевішувати з корови на корову необмежену кількість разів; число датчиків, що припадають на один приймач «Ovi-bovi» необмежено. Інформація про активність корів передається кожним датчиком 1 раз в 15 хвилин на невелику відстань (фактична дальність залежить від висоти установки прийомної антени, рельєфу місцевості та інших факторів).

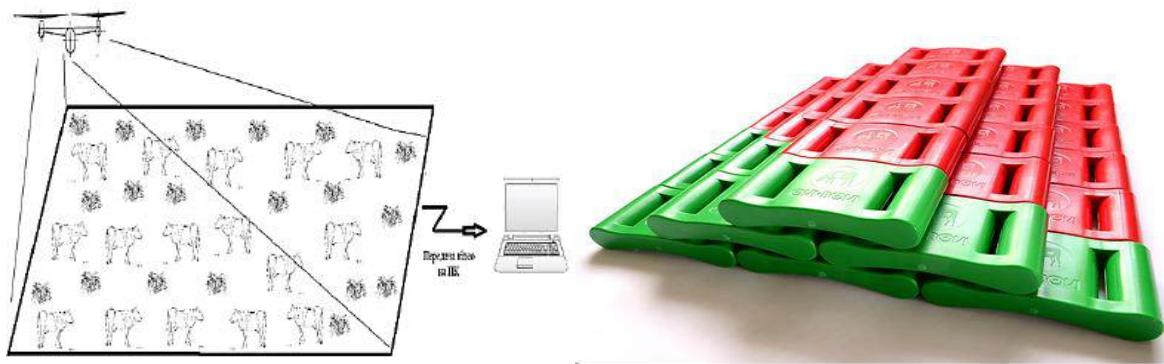


Рисунок 1 – Датчик «Ovi-bovi»

У період статевої охоти корова проявляє специфічну рухову активність, погано їсть, знижуються удої, що дозволяє виявити охоту автоматично. У разі виявлення охоти (або, навпаки, при різкому зниженні активності корови), ветлікаря, завідувачу фермою негайно приходять оповіщення по електронній пошті і SMS на телефон. Корови, які прийшли в охоту, відображаються мікрографіками у вікні програми як представлене на слайді активності в розділі «Охота», в доступному через браузер додатку «Ovi-bovi». Дані про активність кожної корови з п'ятихвилинної деталізацією зберігаються в системі і можуть бути легко переглянуті користувачем.

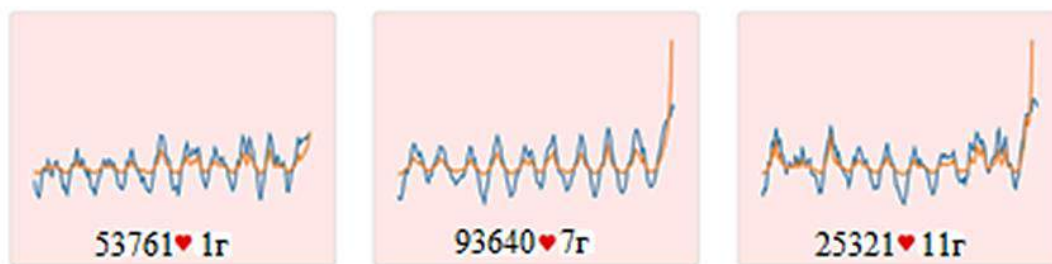
Оскільки сигнал в системі «ові-бові» передається на невелику відстань, тому є необхідність впровадження БПЛА з радіомодулем для підсилення сигналу. В теперішній час рентабельним стало застосування безпілотних літальних апаратів для авіаобліку тварин. БПЛА, пролітаючи над певною місцевістю, проводить відео фіксацію пасовища. Результатом такої роботи стає серія високоякісних знімків з прив'язкою до географічних координат. Після їх обробки в спеціалізованому програмному забезпеченні, здійснюється аналіз отриманих даних відповідно до поставлених завдань – визначається стан репродуктивної функції корови. Для проведення авіаобліків найбільш ефективним є застосування БПЛА вертолітного типу. Застосування БПЛА у вигляді літака для нагляду за тваринами на пасовищі є недоцільним тому, що для цих апаратів треба забезпечити наступні технічні вимоги:

- наявність злітно-посадочної смуги;
- висока швидкість польоту, не забезпечується підйомна сила;
- необхідність мати запас паливо-мастильних матеріалів;
- БПЛА у вигляді літака не може зависнути і зробити чітку відеофіксацію.

Нижче показано зведені дані по витратах в результаті впровадження моніторингу корів за допомогою БПЛА.

Очікуваний економічний ефект в господарствах від впровадження системи оцінюється окупністю майже за один сезон, тобто (424300/365350 з таблиці). Ефект складається з скорочення середнього міжотільного періоду і середньої кількості необхідних осіменін на корову. Відповідно, термін окупності системи в типовому господарстві оцінюється в 1,2 сезону при використанні датчиків для всього поголів'я. Якщо поголів'я збільшити у декілька разів, то період окупності суттєво зменшиться.

Охоти



Попередні охоти

Час виявлення	Корова		Пік активності	
	Бірка	Група	Індивідуальний	Скорегований
21.11.2017 15:44	21481	A	1,30	1,34
21.11.2017 15:22	53862	A	1,32	1,32
20.11.2017 20:03	24492	A	1,11	0,94
20.11.2017 17:19	93650	A	1,25	1,10
20.11.2017 11:50	25087	A	1,39	2,27
19.11.2017 22:24	24419	A	0,97	1,23
19.11.2017 15:45	21452	A	1,07	1,01
19.11.2017 11:38	24334	A	1,22	1,12

Рисунок 2 – Визначення піку активності корів

Висновки.

1. Вибрано систему «Ovi-bovi» для контролю репродуктивного стану та безпілотний засіб вертолітного типу для спостереження за тваринами та ретрансляції інформації від них на основний ПК.

2. Запропонована автоматизована система моніторингу корів на пасовищі на основі БПЛА з такими технічними характеристиками:

Бюджетний БПЛА вертолітного типу.

Дальність зв'язку – 800 м.

Висота підйому БПЛА – до 20 м.

Потужність ретранслятора – 100 мВт.

Точність передачі пакету даних – 3 %.

Кількість проходів БПЛА над прямокутним пасовищем площею 200 га – 8.

Швидкість польоту 10-20 км/год.

3. У результаті застосування системи автоматизованого моніторингу на прикладі пасовищного скотарства встановлено, що загальні можливі витрати при поголів'ї 200 корів складають – 365350 грн, а витрати на придбання технічних засобів та апаратури складають – 424300 грн, тобто за відношенням цих загальних сум визначено період окупності, який складає приблизно 1,2 сезону.

УЗД СЕРЦЯ ЯК МЕТОД ЗАПОБІГАННЯ ХВОРОБАМ

Медвідь В. М., студ., e-mail: oleg.gorbovuy@gmail.com

Науковий керівник – магістр, асист. Горбовий О. В.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Серцево-судинні захворювання є основною причиною смерті у світі, спричиняючи 17,9 млн випадків щорічно. Чотири з п'яти смертей пов'язані з серцевими нападами та інсультами, і одна третина з них стається передчасно серед людей молодше 70 років. Для діагностики серця застосовуються різні методи, серед яких: електрокардіограма, УЗД, КТ або МРТ серця.

УЗД серця – це метод дослідження серцевого м'яза за допомогою ультразвуку, який використовується для виявлення серцевих захворювань. Різниця між УЗД серця та ехокардіографією (ЕХО-КГ, ЕХО серця) відсутня. Під час обстеження на екран виводиться ехограма – тривимірне зображення серця.

Робити УЗД серця потрібно для визначення розмірів порожнин серця, товщини і рухливості м'яза, а також роботи клапанів. Ехокардіографія показує:



Рисунок 1 – Показання до УЗД серця

- запалення середнього шару (міокардит) або зовнішньої оболонки (перикардит) серця;

- серцеву недостатність;

- збільшення розмірів серця (кардіомегалію);

- емболію (захворювання, що характеризується утворенням тромбів і їх переміщенням у кровоносних судинах серця);

- кальциноз (розвивається через накопичення кальцію в камерах, клапанах і судинах серця);

- інфекції серця;

- кардіоемболічний інсульт (виникає через тромби в серці).

УЗД серця покаже інфаркт, на який можуть вказувати зміни скоротливості стінок серця, відсутність (акінезія), зниження (гіпокінезія), а також параліч або зворотний рух (діскінезія) стінок серця в певних сегментах. Дослідження може показати зміну товщини стінок серця, наявність рубця (загоєного інфаркту) або тромбу (згустку) в порожнині серця. У разі підозри на захворювання серця необхідна консультація кардіолога.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://dobrobut.com/ua/med/c-ehokardiografia-serdca>

2. <https://santalen.com.ua/uk/uzd-sercja-ehokardiografija/>

3. Горбовий О. В. Двоканальний неінвазивний транскраніальний стимулятор.

Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 6 листопада 2024 р., Держ. біотехнологічний ун-т. Харків: ДБТУ, 2024. С. 190–191.

ОСОБЛИВОСТІ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ МАРКЕРІВ У ОПТИЧНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Мельник В. В., асп., e-mail: valentyn.melnyk@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Авер'янова Л. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Зараз в хірургічній та радіологічній практиці достатньо часто зустрічаються оптичні системи навігації [1, 2]. Вони дозволяють без використання складних методів реєстрації зображень та підготовки вхідних даних забезпечити візуалізацію зображень базових орієнтирів, які потім використовуються для визначення положення пацієнта та хірургічного інструмента в системі координат операційного поля. Тем не менш, складність таких систем обумовлена знаходженням розташування характерних (базових) точок для визначення просторової орієнтації об'єктів. Тому, необхідно розробляти методи попередньої обробки зображень [3, 4], які дозволять усувати як локальні завади, так і сприяти визначенню базових точок-орієнтирів.

Для усунення локальних завад в умовах недостатнього освітлення необхідно використовувати методи боротьби з фотонними та імпульсними шумами на основі ранково-порядкових методів, які не дозволяють суттєво розмивати контури об'єктів та маркерів-орієнтирів. Далі необхідно за заздалегідь визначеними апріорними даними отримати координати розташування положення центрів маркерів. Це виконується на основі високочастотної фільтрації, методів детектування контурів та морфологічних операцій над бінарними зображеннями. Швидкодія таких операцій повинна бути високою для відстеження за координатами маркерів у реальному масштабі часу з частотою не менш ніж 10 кадрів у секунду.

Перспективою роботи є визначення адаптованих до маркерів методів попередньої обробки зображень та узгодження їх з послідовними стадіями сегментації координат центрів маркерів, а також дослідження запропонованих підходів на фантомних 3D моделях [5].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / С. В. Павлов, О. Г. Аврунін, С. М. Злепко, Є. В. Бодяньський та ін.; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.
2. Avrunin O., Bezshapochny S., Bodyansky E. Intellectual technologies for modeling of surgical interventions. Kharkiv: KNURE, 2018. 224 p.
3. Місоченко С. Ю., Селіванова К. Г., Аврунін О. Г. Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних зображень. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXX міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD2022*, 19-21 жовтня 2022 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. С. 902.
4. Tymkovych, M. et al. (2021). Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation of Deformable Human Anatomy of Nasal Cavity. *8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings*, vol 80. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64610-3_14
5. Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y., Saed, H. F. I., Loburets, A. V., Krivoruchko, I. A., Smolarz, A., & Kalimoldayeva, S. (2019). Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology. *Paper presented at the Information Technology in Medical Diagnostics II – Proceedings of the International Scientific Internet Conference on Computer Graphics and Image Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology*, 2018, 1–8. [doi:10.1201/9780429057618-1](https://doi.org/10.1201/9780429057618-1).

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ SEGMENT ANYTHING MODEL (SAM) ВУ МЕТА АІ З АВТОМАТИЧНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ МАСОК ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ БІОМЕДИЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Місоченко С. Ю., здобувач, e-mail: serhii.misochenko@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Селіванова К. Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Модель Segment Anything, або SAM, – це передова модель сегментації зображень, яка забезпечує швидку сегментацію та пропонує неперевершену універсальність у завданнях аналізу зображень. SAM є ключовим елементом ініціативи Segment Anything – проєкту, що впроваджує нову модель для сегментації зображень з підходами, які були використані при створенні LLM (Large Language Models). Завдяки своїй передовій архітектурі SAM може адаптуватися до нових типів та об'єктів на зображенні і нових завдань без попереднього навчання моделі – ця властивість відома як «zero-shot». Модель була навчена на масштабному наборі даних SA-1B, що містить понад мільярд масок для 11 мільйонів ретельно відібраних зображень. Дана особливість дозволяє припустити можливість використання моделі для сегментації зовсім різних типів медичного зображення без втрати точності.

У ході даної роботи було досліджено використання даної моделі для сегментації біомедичних зображень. Також було досліджено вплив функції автоматичного створення масок для подальшої сегментації об'єктів. Результати роботи показано на рисунку 1.

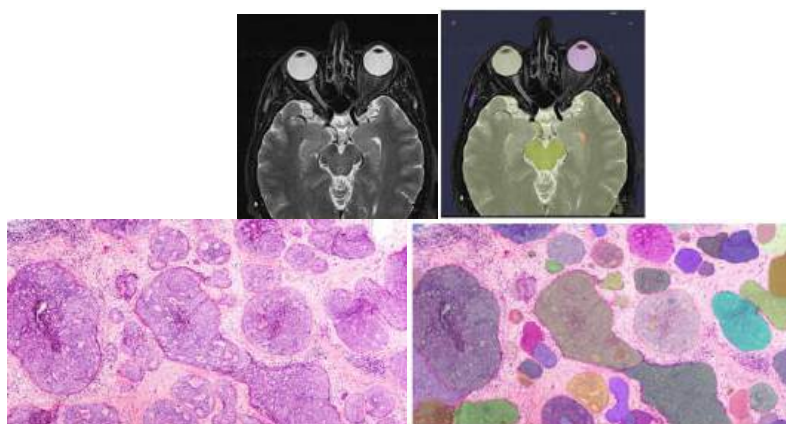


Рисунок 1 – Результати роботи моделі SAM для сегментації різних типів медичного зображення:

- а) зображення МРТ головного мозку до та після сегментації,
- б) зображення препарату ракових клітин до та після сегментації

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Kirillov, A., Mintun, E., Ravi, N., Mao, H., Rolland, C., Gustafson, L., Xiao, T., Whitehead, S., Berg, A. C., Lo, W.-Y., Dollár, P., & Girshick, R. (2023). Segment Anything (Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2304.02643>.
2. Misochenko, S., Gnetnev, K., & Selivanova, K. (2024). Optimization Methods and Transfer Learning for Brain Tumor Detection Model. In 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (pp. 1–4). 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). IEEE. <https://doi.org/10.1109/khpiweek61434.2024.10878004>

ЕЛЕКТРОКАРДИОГРАФІЧНИЙ АПАРАТ ОЦІНКИ СТАНУ МІОКАРДА ТВАРИН

Пенкальський М. Ю., студ., e-mail: VVS11101992@gmail.com

Науковий керівник – ст. викл. Сухін В. В.

Державний біотехнологічний університет

Серцево-судинні захворювання є однією з основних причин зниження продуктивності і загибелі тварин у ветеринарній медицині. Оцінка стану міокарда є важливим етапом у діагностиці кардіологічних патологій, проте традиційні методи дослідження є складними і дорогими. Використання електрокардіографічного апарата (ЕКГ) дозволяє швидко і точно оцінити електричну активність серця. Проте існуючі пристрої часто непристосовані для використання у ветеринарії, через їх габаритність, наявність провідникового з'єднання головного електронного модуля з вимірювальними електродами, а також відсутність їх інтеграції з персональними комп'ютерами [1]. Це зумовлює необхідність розробки спеціалізованого ЕКГ-апарата, оптимізованого для роботи з різними видами тварин.

Сучасні наукові розробки демонструють значний прогрес у створенні портативних та бездротових систем моніторингу серцевої активності. Дослідження підтверджують ефективність застосування цифрових технологій для покращення точності діагностики серцевих захворювань у тварин. Водночас в них наголошується на важливості адаптації ЕКГ-пристроїв до різних фізіологічних особливостей тварин [2]. Проте розробки, що об'єднують високу точність вимірювань, зручність у використанні і доступність, залишаються обмеженими.

Метою дослідження є створення інноваційного електрокардіографічного апарата для оцінки стану міокарда тварин, який буде характеризуватися компактністю, точністю вимірювань, мобільністю і зручністю у використанні.

Розроблюваний пристрій включатиме такі основні компоненти:

- Електродна система – забезпечує зняття біоелектричних потенціалів серця.
- Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) – здійснює конвертацію аналогових сигналів у цифрові дані.
- Процесорний модуль – відповідає за обробку сигналів, усунення перешкод та аналіз отриманих даних.
- Комунікаційний модуль – передає отримані результати на мобільний пристрій або комп'ютер через Wi-Fi або Bluetooth.
- Акумуляторна батарея – забезпечує автономну роботу пристрою.

Апарат працює за принципом реєстрації електричних потенціалів серця через спеціальні електроди, які фіксуються на тілі тварини. Біоелектричні сигнали підсилюються, оцифровуються і передаються на процесорний модуль, де виконується їх аналіз і фільтрація шумів. Після обробки отримані дані передаються на мобільний пристрій або комп'ютер, де за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення формується електрокардіограма і проводиться її оцінка.

Розроблений електрокардіографічний апарат дає змогу швидко і точно діагностувати серцеві захворювання у тварин. Завдяки мобільності та автономності пристрій може використовуватися у ветеринарних клініках і в польових умовах. Подальші дослідження будуть спрямовані на вдосконалення алгоритмів аналізу даних і розширення функціональних можливостей пристрою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Клінічна діагностика хвороб тварин: підручник / В. І. Левченко та ін. Біла Церква: БНАУ, 2017. 544 с.
2. Цвіліховський М. І., Руденко А. А., Руденко П. А. Науково-практичні рекомендації з електрокардіографії собак і котів. Київ, 2010. 34 с.

БІОІМПЕДАНСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB

Петкогло Д. Ю., студ., e-mail: tte_nniekt@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.

Державний біотехнологічний університет

Можливість отримувати оперативну інформацію про функціональний стан пацієнта за допомогою аналізу значень імпедансу різних ділянок тіла підтверджується клінічними дослідженнями. Ця інформація дає змогу оптимізувати процеси планування та контролю реабілітації пацієнтів, підбору препаратів для лікування, оцінювати ефективність лікувальних впливів, а також дає можливість прогнозувати ймовірність несприятливих наслідків перебігу захворювання [1].

У більшості випадків під час проведення клінічних досліджень проводять аналіз відносних показників, таких як різниця імпедансу симетричних ділянок тіла, здорових ділянок шкіри та ділянок із патологічними змінами. Це зумовлено тим, що результати вимірювань біоімпедансу варіюється при проведенні досліджень на різних ділянках тіла.

Для моделювання біоімпедансних вимірювань розроблено модель організму, що дає змогу судити про функціонування досліджуваного об'єкта, і віртуальні засоби вимірювання фізіологічних і фізичних величин. Для реалізації моделі використовувалися як математичні, так і фізичні принципи моделювання. Під час віртуального моделювання під фізичною моделлю розуміємо віртуальну модель фізичного об'єкта, взяту з бібліотеки середовища моделювання MATLAB.

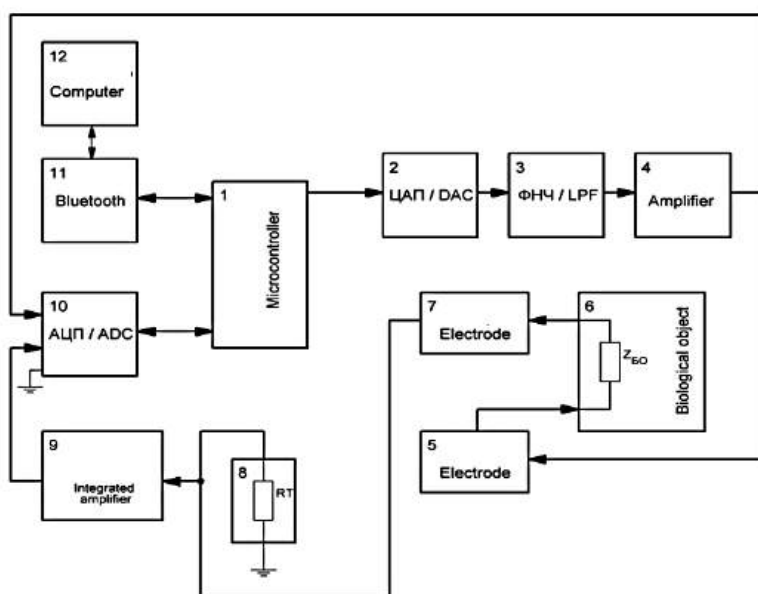


Рисунок 1 – Блок-схема пристрою для аналізу біоімпедансу

Проведені дослідження дають змогу отримувати віртуальні моделі біотканин різного рівня складності, включно з електродними системами, а також моделі гемодинаміки людини в стандартному прикладному пакеті математичного оброблення даних Simulink, параметри яких відбивають не тільки якісні, а й кількісні показники біоімпедансу, що дає змогу досліджувати математичні моделі живих систем, а також автоматизовані системи проєктування медичних приладів, призначених для діагностичних досліджень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Barsoukov E., Macdonald J. R. Impedance Spectroscopy Theory, Experiment, and Applications. 2nd ed. New Jersey, Wiley Interscience Publication, 2005. 595 p.

РОЗРОБКА АПАРАТУРИ ДЛЯ СТИМУЛЯЦІЇ ІМУНІТЕТУ ТЕЛЯТ
НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Попадченко В. Є., бакалавр, e-mail: prostovaleriaaaa@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Ляшенко Г. А.

Державний біотехнологічний університет

Вирішення проблеми забезпечення продовольством в Україні потребує проведення невідкладних заходів для підвищення продуктивності і збільшення поголів'я свиней і великої рогатої худоби (ВРХ). Одним з перспективних напрямків вирішення цієї задачі є застосування низькоенергетичних (інформаційних) випромінювань НВЧ-діапазону, які при опромінюванні худоби здатні модифікувати імунний статус організму, здійснювати протизапальну дію, поліпшувати мікроциркуляцію крові в біологічних тканинах, активізувати фізіологічну регенерацію.

Збільшення поголів'я сільськогосподарських тварин пов'язане з підвищенням їх життєздатності в перші дні після народження. Аналіз показує, що в свинарництві в постнатальному періоді, особливо в першу декаду життя, відхід поросят через зниження імунітету може досягати 60...80%, а у телят смертність може досягати 30...40%. В даний час для збереження молодняку використовують медикаментозні засоби, антибіотики, гормони та інші хімічні препарати.

Успішна пасивна передача материнських імуноглобулінів важлива для захисту від інфекцій шляхом забезпечення специфічними антитілами та посилення клітинної імунної відповіді у телят. Численні дослідження продемонстрували важливість адекватної пасивної передачі імунітету для здоров'я телят, але якість і кількість молозива, що пропонується новонародженим телятам, часто є недостатньою.

Результати досліджень показують, що альтернативою медикаментозним засобам, для підвищення імунітету, може бути низькоенергетичне ЕМП КВЧ діапазону при дії на біологічно активні точки, гладкі клітки і нейтрофіли в кровоносних судинах на ранніх стадіях розвитку тварин. Аналіз взаємодії низькоенергетичних електромагнітних випромінювань на клітини тварин показує, що електромагнітне інформаційне випромінювання слід сприймати як найтонший інструмент майже безмежного впливу на біологічні процеси в живому організмі. Проте бажане підвищення імунітету тварин може бути одержане тільки при оптимальному поєднанні біотропних параметрів ЕМП.

У той же час, проведений аналіз літературних джерел показує, що в них недостатньо вивчене питання створення моделей, здатних дати аналітичний опис процесів підвищення імунітету тварин під дією інформаційного ЕМП, відсутня методологія визначення чисельних значень біотропних параметрів, не проводились дослідження щодо визначення методу і створення систем контролю імунного статусу тварин.

Таким чином, теоретичні дослідження щодо визначення біотропних параметрів ЕМП для підвищення імунітету тварин і електронних систем контролю їх імунітету є актуальним завданням в технологічному процесі збільшення поголів'я сільськогосподарських тварин.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Федюшко Ю. М., Мунтян В. О., Коваль Д. М. Теоретичний аналіз взаємодії низькоенергетичного електромагнітного випромінювання з біоб'єктами. *Науковий вісник ТДАТУ. Електронне фахове видання*. Мелітополь: ТДАТУ, 2011. Вип. 1. Т. 1. С. 95–100.

2. Hulbert L. E., Moisa S. J. Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99. Issue 4. P. 3199–3216. doi: 10.3168/jds.2015-10198.

ВИКОРИСТАННЯ В МЕДИЦИНІ КАТАСТРОФ МІКРОХВИЛЬОВОЇ
РАДІОТЕРМОМЕТРІЇ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Попко С. О., здобувач вищої освіти першого рівня, e-mail: serpopko1313@gmail.com;

Росоловська М. П., здобувач вищої освіти першого рівня, e-mail: pastuh.maria93@gmail.com

Державний біотехнологічний університет

Лазоренко О. В., здобувач вищої освіти першого рівня, e-mail: miss.murka2012@gmail.com

Військовий інститут танкових військ НТУ «ХПІ»

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Черепньов І. А.

Державний біотехнологічний університет

У 2020 році Всесвітня організація охорони здоров'я опублікувала результати причин смертності та інвалідності в світі за період 2000–2019 рр. У цьому документі було особливо підкреслено, що домогтися зниження цих негативних показників можна, лише забезпечивши послідовно виконання таких заходів як профілактика, діагностика та лікування [1]. У разі катастроф різного походження можливе виникнення наступних проблемних ситуацій: переповнені постраждалими лікарні та/або утруднення надання медичної допомоги населенню, яке знаходиться в зоні руйнувань. Як показав сумний досвід пандемії COVID-19 та інших епідемій, навіть в умовах стаціонарних лікувальних установ, у медичних працівників знижувалася ефективність роботи через необхідність тривалого використання засобів індивідуального захисту. В результаті [2] серед працівників охорони здоров'я вельми поширена небезпечна тенденція в тій чи іншій мірі ігнорувати вимоги щодо обов'язкового використання респіраторів. Отже, виникає необхідність мінімізувати тривалість прямого контакту медперсоналу з пацієнтами і одночасно забезпечити постійний контроль стану їх здоров'я та ефективності проведення терапевтичних заходів. Аналіз досліджень, проведених китайськими фахівцями показав, що застосування мікрохвильової радіотермометрії дозволяє здійснювати дистанційний моніторинг життєво важливих показників організму людини в онлайн-режимі без візуального контакту [3, 4]. У роботі [5] розглянуто три основні сфери, в яких мікрохвильові технології можуть ефективно використовуватися в умовах НС або сільської місцевості для медичної діагностики та моніторингу, а саме: виявлення аномалій в головному мозку за допомогою пристрою моніторингу типу шолома; виявлення раку молочної залози за допомогою жилета самоконтролю; виявлення тромбів в ногах за допомогою набору антен, закріплених на гнучкій стрічці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Who reveals leading causes of death and disability worldwide: 2000-2019. *World Health Organization*: веб-сайт. URL: <https://www.who.int/news/item/09-12-2020-who-reveals-leading-causes-of-death-and-disability-worldwide-2000-2019> (дата звернення: 24.03.2025).
2. Baig A. S., Knapp C., Eagan A. E., Radonovich L. J. Health care workers' views about respirator use and features that should be included in the next generation of respirators. *American Journal of Infection Control*. 2010. № 38(1). P. 18–25. doi: 10.1016/j.ajic.2009.09.005.
3. Wang F.-K., Horng T.-S., Peng K.-C., Jau J.-K., Chen C.-C. Detection of Concealed Individuals Based on Their Vital Signs by Using a See-Through-Wall Imaging System With a Self-Injection-Locked Radar. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 2013. № 61(1). P. 696–704. doi:10.1109/tmtt.2012.2228223.
4. Su W.-C., Tang M.-C., Horng T.-S., Wang, F.-K. Stepped-Frequency Continuous-Wave Radar With Self-Injection-Locking Technology for Monitoring Multiple Human Vital Signs. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 2019. Vol. 67, № 12. P. 5396–5405. doi: 10.1109/TMTT.2019.2933199.
5. Sarestoniemi M., Myllymaki S., Reponen J., Myllylä T. Remote diagnostics and monitoring using microwave technique – improving healthcare in rural areas and in exceptional situations. *Finnish Journal of eHealth and eWelfare*. 2023. № 15(1). P. 6–22. doi:10.23996/fjhw.122743.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРЕЛЯЦІЇ МІЖ АНАТОМІЧНОЮ КОНФІГУРАЦІЄЮ НОСОВОЇ ПОРОЖНИНИ ТА РЕЗУЛЬТАТАМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ

Привалов Б. В., аспірант, e-mail: bohdan.pryvalov@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Носова Т. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Основними доказовими інструментальними методами для дослідження носової порожнини при порушеннях носового дихання є комп'ютерна томографія та риноманометрія [1, 2]. Перший метод дозволяє візуалізувати внутрішню анатомо-морфологічну конфігурацію верхніх дихальних шляхів, а другий надає дані щодо їх функціональної спроможності пропускати повітря відповідно фізіологічній нормі та режиму дихання [3, 4]. В клінічній практиці дуже часто виникають випадки, коли суттєві зміни архітекτονіки носової порожнини майже не знижують її повітряну провідність при різних режимах дихання. І навпаки – виникає зворотній дисонанс, що демонструє суттєве зниження назальної провідності при конфігурації носової порожнини без суттєвих візуальних змін.

Для дослідження цього пропонується виконання риноманометричних функціональних тестів при різних режимах дихання та визначення коефіцієнта ефективності носового дихання у порівнянні з ротовим, а також побудова аеродинамічних моделей носової порожнини та дослідження їх чисельними методами аеро-гідродинаміки з послідувальною побудовою та випробуванням їх натурних моделей, що отримуються методами 3D-друку [5, 6]. Це дозволить визначити вплив різних анатомічних структур та зміну їх конфігурацій на повітряну провідність носової порожнини, а також визначити основні аеродинамічні ефекти, які впливають на зміну коефіцієнта аеродинамічного носового опору з урахуванням персоніфікованих даних.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сучасні методи діагностики респіраторно-ольфакторної функції: монографія / О. Г. Аврунін, Я. В. Носова, В. В. Семенець, В. О. Філатов, Н. О. Шушляпіна. Харків: ХНУРЕ, 2021. 150 с.
2. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / С. В. Павлов, О. Г. Аврунін, С. М. Злепко, Є. В. Бодяньський та ін.; за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. 260 с.
3. Аврунін О. Г., Носова Я. В., Худаєва С. А. Особенности исследования носового дыхания при физических нагрузках. *Здоров'я нації та вдосконалення фізкультурно-спортивної освіти в Україні: тези доп. 5-ї всеукраїнської науково-практичної конференції*. 2018. С. 117–119.
4. Avrunin, O., Shushlyapina, N., Nosova, Y., Bogdan, O. (2016), "Olfactometry diagnostic at the modern stage", Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies, NTU "KhPI", Kharkiv, No. 12 (1184), pp. 95-100, [DOI: 10.20998/2413-4295.2016.12.13](https://doi.org/10.20998/2413-4295.2016.12.13).
5. Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y., Saed, H. F. I., Loburets, A. V., Krivoruchko, I. A., Smolarz, A., & Kalimoldayeva, S. (2019). Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology. *Paper presented at the Information Technology in Medical Diagnostics II – Proceedings of the International Scientific Internet Conference on Computer Graphics and Image Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology*, 2018, 1–8. [doi:10.1201/9780429057618-1](https://doi.org/10.1201/9780429057618-1).
6. Tymkovych, M. et al. (2021). Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation of Deformable Human Anatomy of Nasal Cavity. *8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings*, vol. 80. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64610-3_14.

ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТУ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ CVAT ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ КЛІТИН НА КРІОМІКРОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ

Самохін Ю. В., асп., e-mail: yurii.samokhin@nure.ua

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Аврунін О. Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

У сучасних дослідженнях у сфері біомедицини обробка зображень відіграє важливу роль в аналізі клітинних структур. Автоматизоване розпізнавання клітин на кріомікроскопічних зображеннях дозволяє прискорити наукові дослідження, підвищити точність діагностики та мінімізувати вплив людського фактора. Одним із ефективних інструментів розмітки даних для задач машинного навчання є CVAT, який є потужною платформою для розмітки зображень, що дозволяє точно виділяти області, які містять клітини, і формувати навчальні вибірки для подальшого використання в нейромережевих моделях. У ході дослідження використовувався CVAT для анотування кріомікроскопічних зображень, після чого розмічені дані застосовувалися для тренування моделі комп'ютерного зору.

Застосування CVAT у цьому контексті забезпечило якісну розмітку зображень, що сприяло підвищенню точності моделі при виявленні клітин. Інструмент дозволив ефективно керувати процесом анотування, включаючи коригування та валідацію даних. У результаті розроблена модель продемонструвала високі показники точності (до 95%) та F1-міри (0.92), що підтверджує ефективність цього підходу. Приклад роботи інструменту представлений на рис. 1, де показані вихідне кріомікроскопічне зображення та результат анотування з виділеними клітинними структурами.

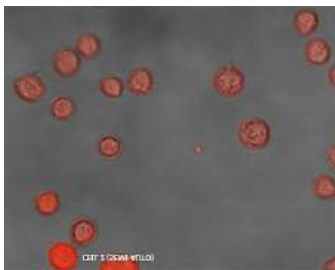


Рисунок 1 – Ілюстрація роботи CVAT

Таким чином, використання CVAT у завданнях комп'ютерного зору для аналізу кріомікроскопічних зображень є важливим етапом підготовки даних, необхідним для успішного навчання та роботи моделей штучного інтелекту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Самохін Ю. В. Виявлення клітин на зображенні за допомогою CVAT AI. *Сучасні технології біомедицинської інженерії: матеріали III міжнародної науково-технічної конференції*, 8–10 травня 2024 р. Вінниця: ВНТУ, 2024. С. 24–26.
2. Самохін Ю. Аспекти сегментації кріомікроскопічних зображень. *Сучасні технології біомед. інженерії = Modern technologies of biomedical engineering: матеріали II Міжнарод. наук.-техн. конф.*, м. Одеса, 17–19 трав. 2023 р. / Нац. ун-т «Одеська політехніка». Одеса, 2023. С. 110–112.

БЕЗПЕЧНЕ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПОВІТРЯ ТА ПІДЛОГИ

Сіладі В. Б., бакалавр, e-mail: ttenniect@ukr.net

Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Косуліна Н. Г.

Державний біотехнологічний університет

Зазвичай практикується дезінфекція повітря для зменшення забруднень в медичному середовищі, в галузях, пов'язаних із зберіганням фруктів, овочів, яєць, молочних та м'ясних продуктів, в тваринницьких та птахівничих фермах. Протягом часів локальних епідемій і пандемій, наприклад, COVID-19, грипу H1N1, лихоманки африканських свиней, птишиного грипу, активна та ефективна дезінфекція повітря в приміщенні та поверхонь має велике значення, мета – мінімізувати поширення збудника. Газоподібний озон, УФ-опромінення та рідкий дезінфікуючий засіб аерозолювання є найпоширенішими методами.

Мета роботи – дослідження пристрою для дезінфекції УФ-озоном.

Кількість ламп у кожному ряду розміщується наступним чином: 5–4–5–5–4–5, велика площа поперечного перерізу потоку (мін. 240 см², макс. 400 см²). Зовні УФ-озоно-дезінфекційний пристрій покритий сталевими пластинами, щоб запобігти прямому контакту ультрафіолетового світла шкіри та очей людини.

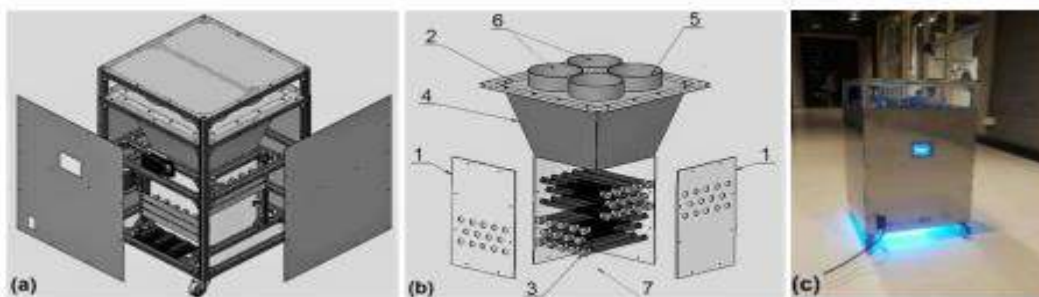


Рисунок 1 – Принципова схема пристрою УФ-озонової дезінфекції: а – 3D-модель; б – елементи обладнання: 1 – внутрішня стінка; 2 – внутрішня верхня стінка; 3 – УФ-лампи; 4 – усічений квадрат піраміда; 5 – вентилятори (WKA 125 TURBO); 6 – зона повітрязабірки; 7 – зона виходу повітря; с – фото пілотного пристрою для дезінфекції УФ-озоном

У результаті люди можуть безпечно перебувати в кімнаті; а також без використання захисних окулярів від ультрафіолету. У той же час, відкрита шахта 200×200 мм під апаратом забезпечує одночасну дезінфекцію поверхні. Для забезпечення потоку повітря через пристрій встановлено чотири вентилятори. При необхідності кожен вентилятор можна запускати окремо. УФ-опромінення окремих ламп вимірювали спектрометром Avantes AVS-PC2000. Щоб перевірити рівень звуку, було проведено вимірювання звуку за допомогою VOLTcraft SL-451 (похибка 1,4 дБ) на відстані 1 м від приладу та 1 м над поверхнею. Антибактеріальну активність УФ-озонової дезінфекційного пристрою оцінювали за допомогою *Escherichia coli* ATCC®10536 і *Staphylococcus aureus* ATCC®6538. Для визначення концентрації аероіонів використовували біполярний лічильник легких аероіонів Сапфір-3М.

Пристрій продемонстрував високу ефективність для зменшення аерозолів грампозитивних і грамнегативних бактерій і вірусів. Понад 99,9% колонієутворюючих одиниць (CFU) або бляшкоутворюючих одиниць (PFU) бактерій було нейтралізовано протягом 10 с. У той же час система викликає підвищення концентрації озону від фонового рівня і практично не утворює легких аероіонів, тому пристрій можна використовувати в запиленіх приміщеннях з концентрацією PM10 вище 0,1 мг м⁻³. Невелике підвищення робочого шуму, виключає використання обладнання під час ночі. Екранована конструкція дозволяє працювати з обладнанням у присутності людини.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. New device for air disinfection with a shielded uv radiation and ozone. https://www.researchgate.net/publication/353687771_New_device_for_air_disinfection_with_a_shielded_UV_radiation_and_ozone.

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ТА НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ПРИ РОЗРОБЦІ НАВІГАЦІЙНОГО ПОМІЧНИКА ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ

Соколов А. А., асп., e-mail: andrii.sokolov@nure.uaНауковий керівник – д-р техн. наук, проф. Аврунін О. Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки

Сучасні технології здатні значно спростити, а іноді і відкрити нові шляхи вирішення складних задач. Архітектура та основна ідея навігаційного помічника відображена у минулих роботах [1, 2], тому зосередимося на практичних аспектах.

Сумісна робота ARCore та Tensorflow(інференс нейронної мережі) має свої особливості. Приймаючи до уваги, що ARCore також використовує нейронну мережу для оцінки похибки від IMU, інференс нейронної мережі для детекції об'єктів неймовірно складно запустити з використанням GPU. Тому, залишається лише два варіанти: CPU та NPU (нейронний процесор). Зараз, NPU є не у кожному смартфоні, але єдиний шлях створити працездатний пристрій.

На рис. 1 знаходиться приклад роботи розробленого нами додатку, який здатен класифікувати об'єкти, та знаходити відстані до центрів Bounding Box. Дані про відстань, ми беремо з мапи глибини, яку будує ARCore [3].

Також важливим моментом є те, що потрібно використовувати асинхронні потоки для задач інференсу. Це складна задача з точки зору кількості необхідних операцій. При цьому ARCore має працювати у режимі 30 FPS, що необхідно для коректного визначення відстані.



Рисунок 1 – Ілюстрація сумісної роботи ARCore та Tensorflow

Оцінюючи отримані результати, можна стверджувати, що такий підхід має перспективи. За нашими тестами, ARCore здатен визначати відстань у межах приблизно 17 метрів, чого цілком достатньо для навігації незрячих людей. Важливо відмітити недолік, такий підхід має велику кількість обчислювальних операцій, і для роботи у реальному часі знадобиться більш потужне обладнання, яке вірогідно буде представлене у майбутньому.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Sokolov A. A., Avrunin O. G. Evaluation of ARCORE library capabilities for determining the distance to objects in the frame. *Optoelectronic Information-Power Technologies*. 2024. Vol. 47, no. 1. P. 58–65. <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2024-47-1-58-65>.
2. Sokolov, A., Sokolov, A., Sokolov, A., & Avrunin, O. (2025). Using the ARCore library to visualize keypoint clouds in navigation systems. *Radiotekhnika*, (219), 53–58. <https://doi.org/10.30837/rt.2024.4.219.06>.
3. May 2022 (ARCore SDK version 1.31) changes to Depth | Google for Developers. Google for Developers. URL: <https://developers.google.com/ar/develop/depth/changes> (date of access: 05.03.2024).

УПРОВАДЖЕННЯ 3D-ДРУКУ В МЕДИЧНУ ПРАКТИКУ: СТАНДАРТИЗАЦІЯ,
ОЦІНКА ЯКОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ В ГАЛУЗІ

Сокольников А. О., асп., e-mail: andrii.sokoltsov@nure.ua
Науковий керівник – д-р техн. наук, проф. Аврун О. Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки

Розвиток технологій 3D-друку значно розширює можливості медичної практики, охоплюючи навчання фахівців, передопераційне планування та виготовлення індивідуальних медичних виробів. Серед ключових аспектів впровадження 3D-друку у клінічну практику виділяють: стандартизацію методів оцінки якості, розробку анкетування для оцінки ефективності 3D-моделей у хірургічному плануванні та забезпечення якості надрукованих об'єктів. Сучасні технології 3D-друку в медицині сприяють більш детальному вивченню анатомії, покращенню візуалізації хірургічних процедур та підвищенню точності медичних маніпуляцій [1, 2]. Дослідження Американського коледжу радіології та Співки радіологічного товариства Північної Америки показали, що застосування 3D-друкованих анатомічних моделей у хірургічному плануванні сприяє скороченню часу оперативного втручання в середньому на 23–62 хвилини залежно від складності процедури. Враховуючи середню вартість однієї хвилини операційного часу у 62 долари, це забезпечує економію витрат на хірургічне втручання в межах 1488–3720 доларів на один випадок. Економічна доцільність використання 3D-друку підтверджується точкою беззбитковості, яка становить 63 моделі на рік, що еквівалентно друку 1–2 моделей на тиждень. Для забезпечення об'єктивної оцінки якості 3D-моделей розроблено стандартизовану анкету, призначену для використання в хірургічному плануванні. Анкетування засноване на модифікованому методі Delphi, який включає експертну оцінку та аналіз релевантності критеріїв. Підсумковий інструмент включає 20 питань, що охоплюють параметри анатомічної точності, корисності моделі та досвіду користувача. Цей дозволяє отримувати зворотний зв'язок від фахівців, тим самим сприяючи вдосконаленню методик застосування 3D-друку в медицині. Контроль якості 3D-моделей є ключовим фактором їхньої клінічної застосування. В рамках низки досліджень було проведено експеримент із використанням контрольних кубів, що дозволяють оцінити похибки друку та адаптований до різних типів 3D-принтерів протокол забезпечення якості (QA). Майбутнє 3D-друку в медицині пов'язане з подальшою стандартизацією методів оцінки, розвитком технологій та підвищенням кваліфікації фахівців. Автоматизовані методи контролю, розширення бази клінічних даних та впровадження штучного інтелекту дозволять підвищити точність та відтворюваність друкованих моделей. Додатково розвиток концепції виробництва в місці надання допомоги (POC) [3] призведе до зниження витрат і прискорення процесу виготовлення індивідуалізованих моделей, що позитивно вплине на якість медичного обслуговування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Selivanova, K. G., Avrunin, O. G., Tymkovych, M. Y., & Manhora, T. V. (2021). 3D Visualization of Human Body Internal Structures Surface During StereoEndoscopic Operations Using Computer Vision Techniques. *Przegląd Elektrotechniczny*, (9), 30–33.
2. Ballard D. H., et al. Medical 3D Printing Cost-Savings in Orthopedic and Maxillofacial Surgery: Cost 2. Application of 3D printing technologies in building patient-specific training systems for computing planning in rhinology / Avrunin, O. G., et al. Paper presented at the Information Technology in Medical Diagnostics II, 2019, 1–8. [doi:10.1201/9780429057618-1](https://doi.org/10.1201/9780429057618-1).
3. Marquardt M. D., et al. Multi-Site evaluation of a novel point-of-care 3D printing quality assurance protocol for a material jetting 3D printer. *3D Print Med*. 2025 Mar 6;11(1):10. [doi: 10.1186/s41205-025-00259-w](https://doi.org/10.1186/s41205-025-00259-w). PMID: 40048107; PMCID: PMC11883906.

ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ШКІРИ БІООБ'ЄКТА

Тригуб Т. О., студ., e-mail: VVS11101992@gmail.com

Науковий керівник – ст. викл. Сухін В. В.

Державний біотехнологічний університет

Вимірювання електричної активності шкіри (ЕАШ) є важливим методом оцінки фізіологічного стану біооб'єктів, включаючи людину і тварин. Цей метод широко використовується у медицині, психології, біотехнологіях і ветеринарії для оцінки рівня стресу, емоційних реакцій та інших фізіологічних параметрів. ЕАШ відображає зміни в діяльності симпатичної нервової системи та є важливим індикатором психофізіологічного стану [1, 2]. Однак існуючі прилади для вимірювання ЕАШ часто мають високу вартість, складну конструкцію та обмежену мобільність, що ускладнює їх використання.

На сьогодні існує багато підходів до вимірювання електричної активності шкіри. Дослідження в цій галузі зосереджені на розробці компактних, бездротових і високоточних сенсорних систем. Wang et al. (2021) досліджували використання наноматеріалів для підвищення чутливості електродів, а Petrov et al. (2020) запропонували новий алгоритм цифрової обробки сигналів для зменшення шумів під час вимірювання. Також значну увагу приділяють інтеграції цих приладів із мобільними пристроями для оперативного отримання та обробки даних. Системи вимірювання ЕАШ все частіше використовують методи штучного інтелекту для аналізу отриманих сигналів і прогнозування стану біооб'єктів.

Метою роботи є розробка компактного, доступного та енергоефективного приладу для вимірювання електричної активності шкіри біооб'єкта. Пристрій повинен забезпечувати точність вимірювання, стабільність сигналу і можливість передачі даних у реальному часі.

Розроблюваний прилад складатиметься з таких основних компонентів:

- Сенсорний модуль – містить електроди для реєстрації змін електропровідності шкіри. Використовуються срібно-хлоридні електроди, що забезпечують високу точність вимірювань.

- Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) – перетворює аналоговий сигнал у цифровий для подальшої обробки.

- Мікроконтролер – виконує обробку отриманих даних, відфільтровує шумові перешкоди і забезпечує стабільну роботу системи.

- Комунікаційний блок – бездротовий модуль для передачі даних у реальному часі на мобільний додаток або комп'ютерну платформу.

- Програмне забезпечення – мобільний або комп'ютерний додаток для візуалізації, аналізу і збереження отриманих даних. Додаток дозволяє спостерігати зміни ЕАШ у динаміці і створювати персоналізовані звіти.

- Модуль живлення – акумулятор із системою енергозбереження, що дозволяє пристрою працювати в автономному режимі.

Запропонований прилад для вимірювання електричної активності шкіри забезпечує точне і зручне отримання даних про фізіологічний стан біооб'єктів. Завдяки мобільності і бездротовій передачі даних пристрій може застосовуватися у медицині, спорті, психологічних дослідженнях і ветеринарії. Інтеграція приладу з мобільними пристроями спрощує моніторинг фізіологічного стану біооб'єктів в реальному часі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Біофізика. Фізичні методи аналізу та метрологія: підручник / Е. І. Личковський та ін.; за ред. Е. І. Личковського, В. О. Тіманюка. Вінниця: Нова Книга, 2014. 464 с.

2. Богомолів М. Ф., Вовянко С. І. Біомедичні сенсорні системи: консп. лек. для здоб. ступ. бак. за освіт. прог. «Медична інженерія» спец. 163 «Біомедична інженерія». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 122 с.

КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ СПЕКЛ-ЗОБРАЖЕНЬ ЕРИТРОЦИТІВ КРОВІ ЛЮДИНИ

Трикуліч В. В., бакалавр, e-mail: Mihajlovaimesg@gmail.com

Наукові керівник – канд. техн. наук, проф. Михайлова Л. М.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Спекл-інтерферометрія є найбільш точним з оптичних методів дослідження параметрів крові людини, який дозволяє досліджувати оптично шорсткі поверхні, до яких належить кров людини. Даний метод забезпечує дослідження не тільки параметрів здорових та патологічних еритроцитів на основі спекл-картин, а й оцінку мікросудинного кровотоку, діаметра судини та динаміки кровотоку, а також дистанційне вимірювання пульсу та тиску.

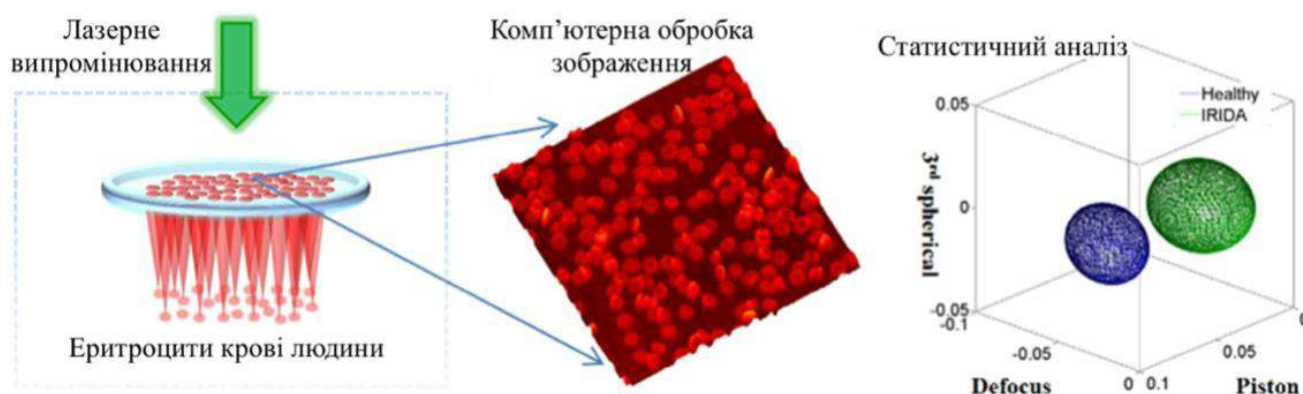


Рисунок 1 – Загальна методика аналізу спекл-інтерферограм

Для проведення статистичного аналізу зазвичай необхідно здійснити комп'ютерну обробку отриманого зображення, а саме: зчитування, сегментацію, обробку фону, бінаризацію тощо [1, 2].

Використання дифузної оптики для вивчення динаміки у неупорядкованих середовищах все частіше стає головним елементом неінвазивних оптичних діагностичних приладів, що знаходять своє застосування при вивченні біологічних об'єктів. Поглинання світла використовується для визначення різних молекул, наявних у досліджуваному зразку, а також для визначення концентрації таких молекул. В свою чергу, розсіювання світла забезпечує інформацію про розмір частинки, яка розсіює світло у зразку, а також про рух або наявність у зразку. У більшості випадків, світло використовується для просвічення біооб'єкта, після чого розсіяне світло збирається шляхом відбиття або передачі.

Безліч різних моделей використовується для дослідження розповсюдження світла у біооб'єктах з метою розуміння фізичних основ даного процесу та оцінки розпізнаних сигналів.

Такі підходи базуються як на апроксимуванні транспорту світла як дифузного процесу, так і на симуляції проходження фотону, використовуючи метод Монте-Карло, моделюванні розсіювання світла кров'ю, використовуючи рівняння Мі-Перкуса-Свіка.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Mugnano, M., Memmolo, P., Miccio, L., Merola, F., Bianco, V., Bramanti, A., ... Ferraro, P. (2018). Label-Free Optical Marker for Red-Blood-Cell Phenotyping of Inherited Anemias. *Analytical Chemistry*, 90(12), 7495–7501. [doi:10.1021/acs.analchem.8b01076](https://doi.org/10.1021/acs.analchem.8b01076)
2. Gulpreet Kaur Chadha, Aakarsh Srivastava, Abhilasha Singh, Ritu Gupta, Deepanshi Singla, An Automated Method for Counting Red Blood Cells using Image Processing, *Procedia Computer Science*, Vol. 167, 2020, P. 769-778. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.408>.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСТРУЗІЙНОГО 3D-ДРУКУ У ВИРОБНИЦТВІ ПЕРСОНАЛІЗОВАНИХ МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ

Трикуліч В. В., бакалавр, e-mail: vmdubick@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Дубік В. М.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Широке поширення дана група технологій адитивного виробництва отримала за рахунок можливості використання великої різноманітності матеріалів для реалізації процесу друку. При реалізації екструзійних технологій тривимірного друку можуть бути використані термопластичні полімери, гідрогелі на основі біополімерів, біокерамічні матеріали та ін. Залежно від типу вихідного матеріалу розрізняють такі технології: технологія пошарового наплавлення (FDM), технології прямого гелевого друку (DIW) та 3D-друк з використанням гетерофазної системи. Технологія пошарового наплавлення (FDM) є однією з найбільш широко застосовуваних технологій 3D-друку [1]. Ця технологія заснована на екструзії термопластичних полімерів, які попередньо піддаються плавленню під впливом високих температур. Одним із обмежень використання даної технології є необхідність у спеціалізованій конструкції установки для реалізації 3D-друку. У технології прямого гелевого друку використовуються екструдери, засновані на поршневному, шнековому та пневматичному методі екструзії (рис. 1) [1, 2].

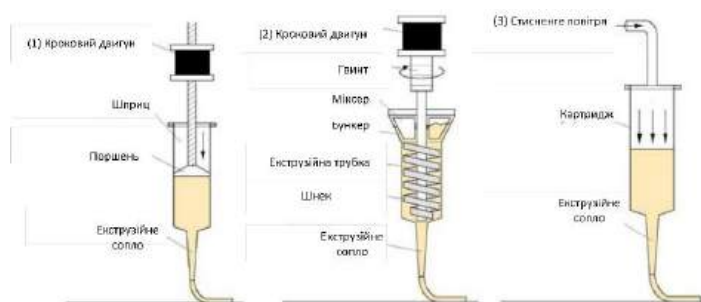


Рисунок 1 – Схеми різних типів екструдерів для реалізації технології прямого гелевого друку:

- (1) поршковий метод екструзії; (2) шнековий метод екструзії; (3) пневматичний метод екструзії

Найбільш істотним недоліком використання технології прямого гелевого друку є необхідність підбору складу матеріалів з урахуванням його реологічних властивостей [2]. Реологічні властивості використовуваних матеріалів повинні бути підібрані таким чином, щоб забезпечувати механічну стабільність виробу в процесі його пошарового формування, але водночас не перешкоджати процесу екструзії. Ця особливість суттєво обмежує сферу застосування технології прямого гелевого друку. Основними недоліками технології 3D-друку з використанням

гетерофазної системи є складність підбору складу гетерофазної системи та необхідність у спеціалізованій конструкції установки для реалізації тривимірного друку [3]. Таким чином, технології 3D-друку, засновані на використанні процесу екструзії, є найбільш перспективними для вирішення широкого спектра завдань, що обумовлено широким розмаїттям використовуваних матеріалів для вирішення завдань у хімічній промисловості, фармацевтиці та медицині.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Chen X., Chen G., Wang G., Zhu P., Gao C. Recent Progress on 3D-Printed Polylactic Acid and Its Applications in Bone Repair. *Advanced Engineering Materials*. 2020. V. 22. № 4. P. 1-12.
2. Ghosh K., Pumera M. Free-standing electrochemically coated MoS_x based 3Dprinted nanocarbon electrode for solid-state supercapacitor application. *Nanoscale*. 2021. V. 13. № 11. P. 5744-5756.
3. Xie Z.-T., Kang D.-H., Matsusaki M. Resolution of 3D bioprinting inside bulk gel and granular gel baths. *Soft Matter*. 2021. V. 17. № 39. P. 8769-8785.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ЕЛЕКТРОМІОГРАФІЇ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТВАРИН

Ужик М. О., студ., e-mail: tte_nniect@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.

Державний біотехнологічний університет

Електроміографія (ЕМГ) є сучасним методом діагностики стану м'язової та нервової систем у ветеринарній медицині. Цей метод дозволяє оцінити електричну активність м'язів і виявити патології, пов'язані з порушенням нервово-м'язової провідності.

Мета дослідження – пояснити принципи методу електроміографії для діагностики тварин. Показати переваги використання даного методу.

Сучасна ветеринарна медицина активно використовує інструментальні методи діагностики, що дозволяють отримати детальну інформацію про стан організму тварини. Одним із таких методів є електроміографія, яка використовується для дослідження функціонального стану м'язової тканини та нервової системи. Даний метод є надзвичайно важливим для діагностики неврологічних і м'язових захворювань, зокрема міопатій, нейропатій та травматичних уражень.

Електроміографія базується на реєстрації електричних потенціалів, що виникають у м'язах у відповідь на нервові імпульси. Основними методами електроміографічного дослідження є:

1. Поверхнева електроміографія – використовується для реєстрації електричної активності м'язів за допомогою електродів, розташованих на шкірі.

2. Голкова електроміографія – передбачає введення тонкої голки-електрода безпосередньо в м'язову тканину, що дозволяє отримати точніші дані.

Метод електроміографії активно використовується для діагностики різних захворювань тварин, зокрема:

- Нейропатій (ураження периферичних нервів унаслідок травм, інтоксикацій, інфекцій);
- Міопатій (дегенеративних змін у м'язах, які можуть бути спадковими або набутими);
- Міастенії (автоімунного захворювання, що характеризується м'язовою слабкістю);
- Спінальної атрофії (генетичної хвороби, що спричиняє дегенерацію мотонейронів у молодих тварин).

Завдяки електроміографії можна оцінити ступінь ураження м'язів та нервів, що є важливим для вибору правильної терапії.

Отримані результати електроміографії аналізуються з урахуванням: частоти та амплітуди електричних потенціалів; наявності або відсутності спонтанної активності (фібриляцій, фасцикуляцій); змін у формі потенціалів дії м'язових волокон. Наявність патологічної активності вказує на можливі неврологічні або м'язові захворювання.

Електроміографія має низку переваг, зокрема: високу точність діагностики нервово-м'язових патологій; можливість раннього виявлення захворювань; мінімальну інвазивність при поверхневому методі.

Однак існують і певні обмеження: необхідність спеціального обладнання та підготовки спеціалістів; можливий дискомфорт для тварини під час процедури; складність інтерпретації результатів без відповідного досвіду.

Метод електроміографії є ефективним засобом діагностики нервово-м'язових захворювань у тварин. Його застосування дозволяє точно оцінити стан м'язової та нервової системи, що є важливим для встановлення правильного діагнозу та призначення адекватного лікування. Подальший розвиток та вдосконалення методики сприятимуть її ширшому застосуванню у ветеринарній практиці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://awtage.com.ua/gymna-myo-200/>

ДОЗИМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ВИКОРИСТАННЯ
БІОЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ АМІНОКИСЛОТ ДЛЯ ТОЧНОСТІ
ДОСТАВКИ ДОЗИ ПРИ ЛІКУВАННІ НОВОУТВОРЕНЬ
ГОЛОВИ ТА ШИЇ

Федурця Ю., асп., e-mail: yurii.fedurtsia@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Авер'янова Л. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Променева терапія є одним із ключових методів лікування онкологічних захворювань, особливо новоутворень голови та шиї. Опромінення високими енергіями потребує точної доставки дози для мінімізації впливу на здорові тканини. Для цього використовуються сучасні технології, зокрема стереотаксична променева терапія (SBRT). Технології прицільної терапії потребують якомога точної доставки дози в межах поля опромінення. Мало вивченим є питання застосування біолоюмінесцентних амінокислот, які слугують маркерами точності доставки дози та дозволяють візуалізувати її розподіл у біологічних тканинах.

Мета дослідження – визначення можливостей використання біолоюмінесцентних амінокислот як маркерів точності доставки дози. Перевірка відповідності плану лікування розрахунковим даним.

У дослідженні використано L-валін як модельну амінокислоту з біолоюмінесцентними властивостями. Зразки опромінювалися на лінійному прискорювачі при малих дозах (0,5–3 Гр). Методом спектрофотометрії та візуальної фотолюмінесценції підтверджено залежність інтенсивності світіння від отриманої дози. Результати свідчать про високу лінійність та стабільність сигналу у межах досліджених доз. Це дозволяє використовувати біолоюмінесцентні амінокислоти для картування розподілу дози при променевій терапії.

Застосування такого підходу можливе як у фазі планування лікування (через моделювання просторового розподілу), так і у фазі верифікації доставки дози. Додатково розглянуто можливість адаптації методу для оцінки відхилень у зонах з високими градієнтами дози, що характерно для лікування новоутворень голови та шиї.

Впровадження сучасних дозиметричних методів, включаючи використання біолоюмінесцентних амінокислот, дозволяє підвищити точність доставки дози та покращити результати лікування пацієнтів із новоутвореннями голови та шиї. Подальші дослідження спрямовані на вдосконалення технологій контролю якості променевої терапії та розширення можливостей використання новітніх матеріалів у дозиметрії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вільчинська К. В., Безшийко О. А., Ващишин В. П. та ін. Дозиметрична оцінка радіохірургічних планів для лікування на різних детекторах. *Збірник наукових праць міжн. конф. «Ядерна фізика на Закарпатті»*, 21-23 травня 2024 р., с. 120. http://www.iep.org.ua/content/conferenc/55nuklear/files/Book_of_abstracts_nuklear-2024.pdf.
2. Пінчук К. Г., Безшийко О. А., Голінка-Безшийко Л. О. Медичні лінійні прискорювачі з технологією VMAT та IMRT. Київ: Університет ім. Тараса Шевченка, 2023.
3. Bandurin Y. A., Fedurtsja Y. V., Rusin A. V., Molnar S. B., Bandurin O. Y. Photoluminescence of L-Valine Irradiated with Small Doses. *Med Discoveries*. 2024; 3(6): 1178. <https://www.meddiscoveries.org/pdf/1178.pdf>.

ВИКОРИСТАННЯ ПОРОШКОВОГО 3D-ДРУКУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІМПЛАНТАТІВ ІЗ БІОСУМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Хіміч В. Г., магістр, e-mail: vmdubick@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Дубік В. М.

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

До технологій заснованих на використанні порошкових матеріалів, належать: селективне лазерне спікання (SLS) та селективне лазерне плавлення (SLM). Основою даного типу технологій є використання лазера для селективного спікання чи плавлення порошкового матеріалу, зокрема різних полімерів, металів і металів [1]. З метою отримання виробів з складною геометрією тонкий шар частинок матеріалу рівномірно розподіляється по робочій поверхні. З використанням лазерного випромінювання проводиться спікання або сплавлення матеріалу відповідно до геометрії першого шару. Після завершення першого шару відбувається рівномірне нанесення нового шару порошкового матеріалу відповідно до заданої товщини. Процес повторюється доти, доки не буде завершено геометрію виробу, задану в системах автоматизованого проектування (рис. 1) [2].

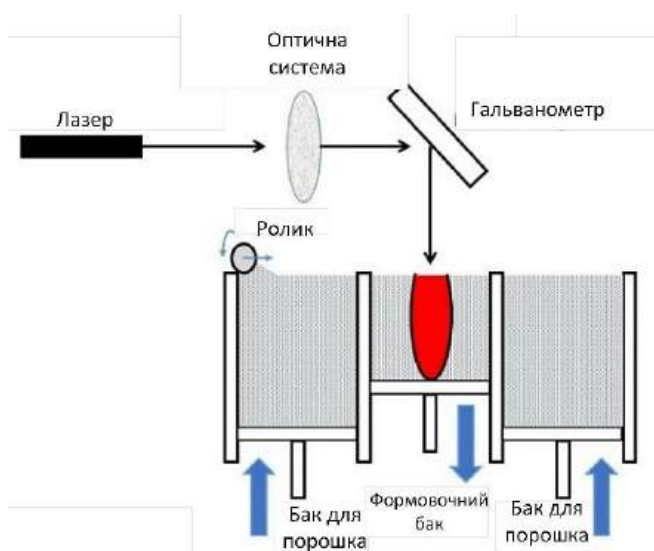


Рисунок 1 – Схема процесу 3D-друку з використанням технології селективного лазерного спікання

Технологія селективного лазерного спікання (SLS) має ряд переваг у порівнянні з іншими технологіями 3D-друку. Однією з головних переваг SLS є здатність виготовляти вироби складної геометрії з високою точністю та роздільною здатністю. Крім того, дана технологія дозволяє використовувати широкий спектр матеріалів, включаючи метали, метали сплави полімери та їх композити, що дозволяє отримувати вироби з різноманітними механічними і термічними властивостями. Основні відмінності технології селективного лазерного плавлення (SLM) від технології селективного лазерного спікання полягають у використовуваних матеріалах та ступені нагрівання в процесі друку. Технологія SLS дозволяє використовувати широкий спектр матеріалів, у той час як при реалізації технології SLM використовуються лише метали та їх сплави. Крім того, при

використанні технології SLS проводиться лише часткове плавлення поверхні частинок, достатнє для їх спікання, а при використанні технології SLM – повне плавлення частинок із використанням більш високих температур. Отримані вироби характеризуються високою міцністю [2].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Nouri A., Rohani Shirvan A., Li Y., Wen C. Additive manufacturing of metallic and polymeric load-bearing biomaterials using laser powder bed fusion: A review. *Journal of Materials Science & Technology*. 2021. V. 94.
2. Wei C., Li L. Recent progress and scientific challenges in multi-material additive manufacturing via laser-based powder bed fusion. *Virtual and Physical Prototyping*. 2021. V. 16. № 3. P. 347-371.

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ 3D-МОДЕЛІ СУГЛОБІВ КИСТІ

Чечель Т. О., асп., e-mail: taras.chechel@nure.ua

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Носова Т. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Сучасна медицина стрімко розвивається, і одним із ключових напрямків є впровадження передових технологій візуалізації та комп'ютерного моделювання. У галузі ендопротезування суглобів кисті ці інновації відкривають нові горизонти, забезпечуючи безпрецедентну точність діагностики, планування та проведення операцій.

Для створення тривимірних моделей елементів ендопротезу необхідні габаритні розміри та докладна геометрія форми кісток пацієнта. Для отримання 3D-моделей можна використовувати результати комп'ютерної томографії (КТ) і магнітно-резонансної томографії (МРТ) [1]. Такі методи стали незамінними інструментами для отримання детальних зображень внутрішніх структур організму. Їхня здатність створювати високоточні тривимірні моделі є особливо цінною для пацієнтів зі складними анатомічними особливостями, деформаціями чи аномаліями [2].

Для того щоб відтворити анатомічну конфігурацію суглоба кисті, за допомогою використання програмного забезпечення що використовується для сегментації та аналізу даних формату DICOM у вигляді послідовних монохромних зображень комп'ютерних томограм кисті людини (рис. 1). Потім використовуються програми та пакети для 3D-моделювання. Використовуючи методики комп'ютерного моделювання, створюється індивідуальний 3D-біонічний ендопротез суглоба кисті (рис. 2). Завдання полягає в тому, щоб максимально точно передати анатомічні особливості суглоба кисті пацієнта, його антропометричні та геометричні параметри, а отже біомеханічні властивості майбутнього імплантату. Тому якість 3D-моделі, отриманої після обробки даних комп'ютерної томографії, є вкрай важливою.



Рисунок 1 – Цифрова 3D-модель після обробки формату DICOM

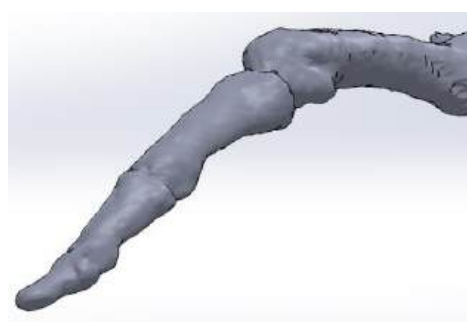


Рисунок 2 – Цифрова 3D-модель фалангового суглоба

Завдяки впровадженню сучасним методам візуалізації та комп'ютерного моделювання стає можливим досягти точності на всіх етапах лікування – від діагностики до післяопераційної реабілітації, що значно підвищує якість життя пацієнтів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чечель Т. О., Носова Т. В. Особливості моделювання елементів ендопротезу кисті руки. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2022*, 17-20 травня 2023 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. Харків: НТУ «ХПІ». С.1145.
2. Конструювання та технології виготовлення ортезів на хребет: навч. посібник / А. Д. Салєєва, О. Г. Аврунін, В. Г. Петров, Т. В. Носова, П. О. Баєв, В. В. Півоваров, І. В. Карпенко, С. В. Корнєєв. Харків: ХНУРЕ, 2022. 176 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФЕНУ В МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ
Шевякова В. А., студ., e-mail: shevakova.viktoria@gmail.com
Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.
Державний біотехнологічний університет

Завдяки своїм структурним особливостям графен має низку унікальних фізичних властивостей, як-от висока теплопровідність та електропровідність, підтримувана високою швидкістю перенесення електронів, висока механічна міцність і гнучкість [1]. Отже, графен завдяки своїм специфічним властивостям може вважатися перспективним для різних застосувань у біології та медицині. Оскільки нанотехнології набувають дедалі більшого поширення, дослідження в зазначеному напрямі стають практично й теоретично важливими. Поряд із вивченням можливих способів застосування графену та інших наноматеріалів у медицині, також вивчається безпека його взаємодії з людським організмом.

Використовуючи унікальні властивості графена, можна створювати нейродевайси, здатні зчитувати активність нейронів. Ключовим компонентом таких пристроїв є графеновий польовий транзистор, через який проходить електричний струм під дією прикладеної напруги.

Фахівці у сфері біоелектроніки розробляють чіпи, що містять графенові транзистори, нанесені на гнучкі підкладки. На поверхні таких чіпів вирощують нейрональні клітини. Приблизно через три тижні, коли клітини досягають необхідного рівня розвитку, між ними встановлюються зв'язки, і вони починають спонтанно збуджуватися, генеруючи електричні імпульси.

Під час таких збуджень на поверхні клітини відбуваються швидкі та незначні зміни заряду – у межах десятків мілівольт. Ці коливання заряду впливають на електропровідність графена через ефект електричного поля, у результаті чого нейрональний імпульс змінює струм у транзисторі. Вчені можуть реєструвати ці зміни, що дозволяє їм фіксувати та аналізувати активність нейронів.

Такі пристрої можуть полегшити життя людям з хворобою Паркінсона, у яких часто спостерігається тремор (мимовільне скорочення м'язів). Щоб урегулювати судом, пацієнтам імплантуються мультиелектродні масиви, які глибоко стимулюють головний мозок електричними імпульсами.

Діагностика онкологічних захворювань. Завдяки унікальним оптичним, електричним та іншим характеристикам графену й оксиду графену стає можливим створення інноваційних оптичних, електрохімічних та FET-біосенсорів, здатних виявляти біомаркери, що є індикаторами ракових захворювань на ранніх стадіях.

Зокрема, використання графену в оптичних біосенсорах дозволило суттєво підвищити їхню чутливість. Принцип роботи таких пристроїв базується на механізмі гасіння та відновлення флуоресценції. Сенсор містить графеновий шар, до якого приєднано пептид із флуоресцентною міткою. У нормальному стані графен пригнічує флуоресценцію, проте коли пептид взаємодіє з білком-мішенню та відокремлюється, флуоресцентний сигнал відновлюється. Подібні сенсори успішно створюються також на основі оксиду графену.

Крім того, графен значно покращує ефективність електрохімічних імуносенсорів завдяки можливості розміщення на ньому великої кількості активних елементів. Електрохімічні сенсори на графеновій основі не лише виявляють біомаркери, а й дозволяють досліджувати процеси утворення активних форм кисню (O_2) у живих клітинах.

Окрему увагу привертають біосенсори на основі графенових польових транзисторів, оскільки електричні характеристики графена надзвичайно чутливі до змін у локальному

мікросередовищі. Це відкриває широкі можливості для подальшого вдосконалення методів діагностики онкологічних захворювань.

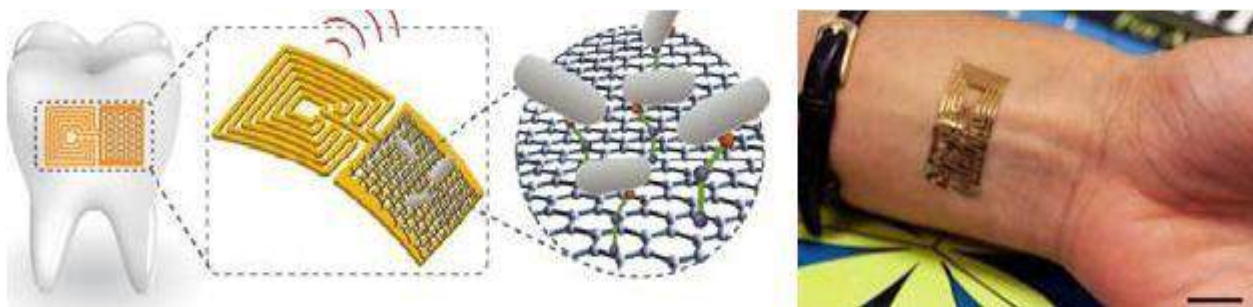


Рисунок 1 – Схема та фотографія графенового безпроводного наносенсора

Графен і наноматеріали на його основі також застосовуються для безпосереднього детектування ракових клітин. Одна з методик використовує взаємодію антитіл, іммобілізованих на Г або ГО, з клітинами-мішенями (антигенами). Наносенсори можна навіть розмістити на живу тканину.

Ще одна область застосування графена – системи адресної доставки діагностичних і лікарських засобів.

Графен в якості біосенсора може бути використаний в харчовій промисловості для контролю безпеки продуктів, а також в медицині для клінічної діагностики.

Так, електрохімічні біосенсори на основі наноматеріалів з електродами з композиційних матеріалів з графеном/оксидом графена (GO)/відновленим оксидом графена (rGO) можуть застосовуватися в якості біодатчиків на основі ензимів, геносенсорів, імуносенсорів [2, 3]. Графен в якості електрода в імуносенсорах застосовується для реєстрації гострої ниркової недостатності спільно з іншими методами діагностики [4], при цьому даний метод працює більш ефективно, швидше і дешевше традиційних методів.

Розвиток нанотехнологій, а саме графенових біоматеріалів і пристроїв перебуває на початковому етапі. Потрібно дослідити, як структура, розміри та хімічні властивості поверхні впливають на їхні характеристики, а також навчитися синтезувати матеріали із заданими параметрами.

Одним із ключових завдань є створення компактних і багатофункціональних пристроїв, які будуть безпечними для людини. Перед тим як впроваджувати графенові наноматеріали в клінічну практику, необхідно ретельно вивчити їхнє транспортування та розподіл в організмі, а також оцінити можливі гострі та хронічні ефекти.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Yapici M. K., Alkhidir T., Samad Y. A., Liao K. Graphene-clad textile electrodes for electrocardiogram monitoring. *Sens. Actuators B Chem.* 2015, с. 221.
2. <https://www.dailytechinfo.org/nanotech/3358-mnogoslounyy-trehmernyegrafenovyetrantzistory-smogut-stat-zamenoy-kremnievym-tehnologiyam.html>
3. Проценко І. Ю. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці: підручник / І. Ю. Проценко, Н. І. Шумакова. Суми: СумДУ, 2017. С. 38-39.
4. J. Yukird, et al., Label-free immunosensor based on Graphene/polyaniline nanocomposite for neutrophil gelatinase-associated lipocalin detection. *Biosens. Bioelectron.* 87 (2017). p. 249–255.

РОЗРОБКА АПАРАТУРИ РАДІОМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Шемет І. С., бакалавр, e-mail: innashemet0915@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Ляшенко Г. А.

Державний біотехнологічний університет

Під час дослідження електромагнітного випромінювання біологічних об'єктів необхідно вимірювати слабкі НВЧ-сигнали. Нетепловим випромінюванням називається електромагнітне випромінювання, яке виникає за нерівноважних фізичних умов, тобто за відсутності термодинамічної рівноваги. Нерівноважне випромінювання може бути використане в медичній практиці як діагностичний параметр, у сільському господарстві як індикатор біологічної активності насіння і зародків, у харчовій промисловості для контролю дозрівання продуктів, пов'язаних із використанням мікроорганізмів.

Існують високочутливі радіометричні системи (РС) у мікрохвильовому діапазоні з модуляційним перетворенням вхідних сигналів, керуванням режимом роботи та обробкою результатів вимірювань. Радіометричні системи дають змогу виконувати вимірювання в різних режимах: пряме вимірювання мікрохвильового випромінювання біооб'єкта; порівняння рівня вимірюваного сигналу з еталонним сигналом; налаштування частотного діапазону в процесі вимірювань; обробка та зберігання результатів вимірювань.

Для розділення теплової та нерівноважної мікрохвильової складових ЕМП застосовується метало-діелектричний перетворювач спектра сигналу, який приймається.

Вхідні сигнали перетворюються в радіометричному каналі. Для збільшення інтегральної чутливості є можливість компенсації внутрішніх шумів. Це, в свою чергу, дає змогу вимірювати нерівноважну складову НВЧ-випромінювання.

У медичних мікрохвильових радіотермографах застосовуються антени різних типів. Розробка нових антен актуальна для сучасної НВЧ-радіотермометрії. Подальші дослідження спрямовані на створення нових конструкцій конформних антен, тобто таких, що максимально підходять для носія, та антенних решіток, що поліпшать характеристики медичних радіотермографів, а також розширять їхні функціональні можливості.

Використання комп'ютерної обробки передбачає оцифрування і усереднення результату, тим самим підвищуючи стабільність показань і точність вимірювань.

Під час дослідження біологічних об'єктів, опромінених мікрохвильовим випромінюванням, чутливість радіометричної системи залежить від їхньої температури і має бути в 5...10 разів більшою за рівень досліджуваного сигналу. Висока чутливість дає змогу виявити наявність нерівноважного випромінювання, яке в 5...8 разів менше рівня сумарного випромінювання біооб'єкта. Інтенсивність нерівноважного випромінювання багато в чому є показником його життєздатності.

Використання мікропроцесорної техніки для керування режимом роботи радіометричної системи значно розширює функціональні вимірювальні можливості системи і забезпечує пряме вимірювання мікрохвильового випромінювання біооб'єкта.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Tofighi M. Characterization of biomedical antennas for microwave heating, radiometry, and implant communication applications. *12th Wireless and Microwave Technology Conference (WAMICONP)*. Clearwater Beach, 2011. P. 1–6. DOI: 10.1109/WAMICON.2011.5872874.

2. Yanenko O., Shevchenko K., Peregudov S. Method for Determining the Electromagnetic Compatibility of Biomaterials. *ITTAP 2022: 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems*, November 22-24, 2022, Ternopil, Ukraine. P. 376–380.

ВИКОРИСТАННЯ 3D-ДРУКУ У СТВОРЕННІ ПРОТЕЗІВ КІНЦІВОК: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

Юрковець Р. О., e-mail: roma.ipa123@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Чорна М. О.

Державний біотехнологічний університет

На сьогоднішній день протезування залишається однією з найактуальніших проблем у сфері медицини та реабілітації. Традиційні методи виготовлення протезів є дорогими, тривалими у виробництві та не завжди забезпечують повну адаптацію до потреб пацієнта. У зв'язку з цим, використання 3D-друку відкриває нові перспективи у створенні якісних, доступних і персоналізованих протезів кінцівок. Ця технологія дозволяє значно скоротити час виготовлення, знизити витрати та забезпечити точну відповідність анатомічним особливостям користувача.

Основні переваги 3D-друку у створенні протезів:

- Індивідуальність та точність: 3D-друк дозволяє створювати протези, які ідеально відповідають анатомічним особливостям кожного пацієнта, що підвищує комфорт та ефективність використання.
- Швидкість виготовлення: Використання 3D-друку дозволяє значно скоротити час виробництва, що є особливо важливим у випадках термінової потреби.
- Економічна доступність: Собівартість протезів, створених за допомогою 3D-друку, є значно нижчою порівняно з традиційними методами, що робить їх доступнішими для пацієнтів.
- Гнучкість у дизайні: Завдяки технології 3D-друку можна створювати протези зі складними геометричними формами, які важко реалізувати іншими способами.
- Інноваційні матеріали: 3D-друк дає змогу використовувати біосумісні полімери та композити, що забезпечує легкість, міцність і довговічність протезів.
- Виготовлення тимчасових протезів: Для пацієнтів, які очікують на остаточний варіант протезу, 3D-друк дає змогу створювати тимчасові рішення.
- Покращення якості життя: Індивідуально виготовлені протези сприяють кращій адаптації, підвищують рівень мобільності та сприяють соціальній інтеграції пацієнтів.

Недоліки 3D-друку у протезуванні:

- Обмежений вибір матеріалів: Незважаючи на розвиток технологій, деякі матеріали ще не забезпечують достатньої міцності та гнучкості для довготривалого використання.
- Необхідність спеціалізованого обладнання: Для якісного 3D-друку потрібне високоточне обладнання та програмне забезпечення, що може збільшувати початкові витрати.
- Проблеми з біосумісністю: Деякі матеріали, що використовуються у 3D-друку, можуть викликати алергічні реакції або не відповідати вимогам тривалого використання.
- Обмеження у механічній міцності: Хоча 3D-друк дозволяє створювати складні структури, їх міцність може бути нижчою порівняно з традиційними методами лиття або фрезерування.

Використання 3D-друку у протезуванні є перспективним напрямом, що значно спрощує та покращує процес виготовлення протезів. Попри певні технічні обмеження, ця технологія має великий потенціал для подальшого розвитку та вдосконалення. Її впровадження сприятиме підвищенню доступності протезування, зменшенню витрат та покращенню якості життя пацієнтів. Надалі важливим є розвиток нових матеріалів, удосконалення процесів 3D-друку та підвищення його ефективності у сфері медичних технологій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Юрковець Р. О., Чорна М. О. Переваги 3D друку в біомедицині. Харків: ДБТУ, 2024.

СЕКЦІЯ 5. ІНТЕГРОВАНІ ПРОЦЕСИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛО- І ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

УДК 621.5:628.841

ПРОЄКТУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕХАНІЗМУ ВИЯВЛЕННЯ ВИТОКІВ ХОЛОДОАГЕНТУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Войтенко В. С., здобувач, e-mail: Vadim138.28@gmail.com

Науковий керівник – асист. Смілик М. М.

Державний біотехнологічний університет

Пошук і усуненням витоків холодоагентів, є надзвичайно актуальною проблемою на сьогоднішній день. Відомо, що деякі холодоагенти, зокрема групи, що містять фторовані вуглеводні, мають високу небезпеку для зовнішнього середовища, оскільки можуть спричиняти руйнування озонового шару та глобальне потепління. Тому важливо забезпечити якісний монтаж і обслуговування холодильного обладнання, щоб уникнути витоків. Однак у реальних умовах трапляються ситуації, коли витік холодоагенту неможливо передбачити, і виникає необхідність оперативного усунення цієї проблеми.

Процес пошуку та усунення витоків холодоагенту значною мірою залежить від розміру об'єкта. Для малих об'єктів, де кількість споживачів холоду обмежена, пошук витоків можна здійснити досить швидко і без значних труднощів. Однак у великих системах, де кількість споживачів холоду перевищує декілька одиниць, цей процес стає набагато складнішим. У таких випадках критично важливо забезпечити оперативний пошук витоків і мінімізувати ймовірність пошкодження обладнання при виявленні проблеми.

Основні етапи пошуку витоків можуть включати в себе візуальний огляд. Перевірка наявності масляних плям або слідів вивільненого холодоагенту на з'єднаннях трубопроводів. Перевірка за допомогою азоту – якщо візуальний огляд не дав результатів, можна перекрити окремі лінії та подати азот під тиском для пошуку витоків, але обов'язково перевірити справність кранів для запобігання потрапляння азоту в систему. Цифрові манометричні станції, для точнішого виявлення витоків і зменшення витрат часу доцільно використовувати манометричні станції, які дозволяють точно виявляти зміни в тиску та відображають результат на дисплеї. Перевірка мильним розчином – після застосування інших методів необхідно обов'язково перевірити місце з потенційним витоків з мильним розчином, що дозволить точно визначити точку витоків.

Зазвичай витоків виявляються на з'єднаннях трубопроводів, різьбових з'єднаннях або компресійних з'єднаннях. Після виявлення витоків важливо обов'язково усунути витік, а після провести вакуумування системи та відкрити вентилі для забезпечення нормальної роботи обладнання. У зв'язку з цим важливо враховувати необхідність впровадження відповідних конструкцій у проектуванні холодильних систем, таких як встановлення шарових кранів на лініях для швидкого і ефективного пошуку витоків. Також бажано передбачити клапани для кожної лінії, що дозволить здійснювати індивідуальний контроль і аналіз кожної лінії окремо. Це дозволить значно зменшити час на пошук витоків і підвищити ефективність ремонту.

Таким чином, основною ідеєю цього тезису є те, що витік холодоагенту може статися, але для швидкого реагування потрібно забезпечити можливість швидкого доступу до кожної лінії, впровадивши необхідні конструкційні елементи, такі як шарові крани та клапани. Також є важливим аспектом в пошуку витоків холодоагентів, це застосування цифрових станцій, які дозволяють швидко зрозуміти наявність витоків холодоагенту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Dimos, M., & Tzanakakis, V. (2019). Leak Detection in Refrigeration Systems: Methods and Equipment. *Journal of Thermal Science*, 18(1), 33-40.
2. Air Condition and Refrigeration. Rex Miller - State University College at Buffalo Buffalo, New York, Mark R. Miller The University of Texas at Tyler . Tyler, Texas. 2006. 626 с. DOI: [10.1036/0071467882](https://doi.org/10.1036/0071467882)

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОСТІ КОМПРЕСОРІВ

Ворона Д. С., студ., e-mail: papelats@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Якушенко Є. М.

Державний біотехнологічний університет

Підвищення рівня технічної досконалості компресорів, тобто їх якості, надійності та економічності, здійснюється кількома шляхами. Перший із них – розробка комплексних заходів щодо підвищення якості виготовлення. Сюди належать і питання використання нових матеріалів, вдосконалення конструкцій та технологічних процесів виробництва, а також широка уніфікація агрегатів. Другий шлях – проведення досліджень щодо підвищення надійності та встановлення оптимальних режимів експлуатації компресорів, розробка стандартних методів та типових програм випробувань (моторесурси та спеціальні прискорені випробування на надійність, всебічні експлуатаційні випробування з перевіркою надійності нових деталей та вузлів, дослідження експлуатаційної надійності імпортного обладнання). Значна увага приділяється дослідженням найважчих для компресора пускових режимів та впровадженню засобів технічної діагностики під час експлуатації та ремонту машин.

Надійність та економічність компресорів забезпечуються також безперервним удосконаленням системи технічного обслуговування та ремонту обладнання, розробкою детальної експлуатаційної та ремонтної документації, нормативів чисельності обслуговуючого та ремонтного персоналу. Велике значення має правильне планування обсягу виробництва запасних частин відповідно до технічно обґрунтованих розрахункових норм. Надійність поршневих компресорів багато в чому залежить від подачі мастила до підшипників і інших деталей, що труться, шатунно-поршневої групи. У зв'язку з високою розчинністю мастил в хладоні R12 і фреонах необхідно забезпечувати необхідний тиск в системі і розвантажувати компресор при пуску до досягнення робочого тиску масла. Для цього використовують різні способи: ручне та автоматичне керування всмоктувальним та нагнітальним вентилями, регулювання тиску масла способом байпасної зміни подачі його насосом, контроль за тиском масла в експлуатації. Часто поєднують ці способи. Наприклад, контроль за тиском масла поєднується з використанням автоматичного запірного, всмоктуючого та нагнітального клапанів.

Найбільш відповідальним елементом поршневого компресора, що визначає надійність та економічність його роботи, є пластинчасті клапани, а у великих компресорів – сальник.

У непрямоточних компресорах малої та середньої холодопродуктивності всмоктуючі і нагнітальні клапани одного циліндра часто розміщують на загальній клапанній плиті, що спрощує встановлення та заміну пластин клапанів. Однак таке конструктивне компонування призводить до інтенсивного теплообміну між порожнинами всмоктування та нагнітання, отже, до погіршення об'ємних та енергетичних показників компресора.

Безаварійна робота забезпечується ретельним очищенням, сушінням і вакуумуванням холодильних машин, використанням чистих холодоагентів і масел, підвищенням теплостійкості ізоляції обмоток вбудованих електродвигунів компресорів. На надійність машин впливають і спеціалізація заводів-виробників і ремонтних підприємств, що проводиться, впровадження великосерійного способу виробництва, комплектне постачання обладнання та холодильних агрегатів підприємствам, які їх експлуатуватимуть. Значною мірою рівень холодильного машинобудування визначає та сучасна високорозвинена науково-дослідна та конструкторська база цієї галузі промисловості.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Холодильні установки: підручник. 6-те вид., перероб. та доп. Одеса: Пальміра, 2006. С. 552.
2. Лабай В.Й. Тепломасообмін. Львів: Тріада плюс 2004. 260 с.
3. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Л.: Магнолія 2007. 340 с.

КРІОГЕННІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХОЛОДИЛЬНІЙ ОБРОБЦІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ: ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Голубєва Д. О., здобувачка, e-mail: holubievadasha@gmail.com

Науковий керівник – доц. Петренко О. В.

Державний біотехнологічний університет

В останні роки все більшої актуальності набуває використання нетрадиційних, екологічно безпечних методів отримання холоду для холодильної обробки харчових продуктів. Одним із найбільш перспективних напрямків є кріогенний метод, що базується на використанні рідкого та газоподібного азоту (N_2) з застосуванням безмашинної проточної системи холодопостачання, яка передбачає одноразове використання кріоагенту [1].

Однією з головних переваг кріогенної проточної системи є прямий контакт джерела холоду (N_2) з продуктом, що запобігає будь-яким втратам під час циркуляції, які неминучі в машинних системах. Крім того, тісний контакт між кріоагентом та продуктом значно збільшує швидкість процесу заморожування, що дозволяє зафіксувати рівень вологості продукту та зменшити втрати його маси через усушку [2]. Висока швидкість процесу також забезпечує якість та покращує товарний вигляд продукту, який ніби відбілюється дрібними кристалами льоду на його поверхні.

Однак, висока швидкість процесу може бути і недоліком, оскільки через різке переохолодження поверхневих шарів виникають внутрішні напруження, що призводять до порушення структури та появи тріщин у продукті. Для усунення цього явища в проточних азотних швидкозаморозильних апаратах використовують багатозонний, найчастіше тризонний принцип дії, який дозволяє використовувати пари азоту після його випаровування в зоні заморожування (2-га зона) для попереднього охолодження (1-ша зона) та вирівнювання температури за товщиною продукту (3-тя зона).

Попереднє охолодження до кріоскопічної температури на поверхні продукту здійснюється газоподібним азотом з температурою $(-50...-70)^{\circ}C$ на вході в апарат та $(-100...-110)^{\circ}C$ на вході в другу зону, де розпиленням рідкого азоту $(-196)^{\circ}C$ продукт заморожується, а потім у 3-й зоні парами азоту відбувається вирівнювання температури за товщиною продукту.

Азотні швидкозаморозильні апарати, крім вищезазначених властивостей, мають такі переваги, як: екологічна безпека; компактність апарату (тунель, цистерна для азоту, з'єднувальний трубопровід); менші, ніж для машинної системи заморожування, капіталовкладення; менша площа, яку займає апарат; швидке введення в експлуатацію та просте обслуговування; мінімальне споживання електроенергії та води.

Основним недоліком проточних кріогенних систем є одноразове використання кріоагенту, висока вартість якого вимагає підвищеної уваги до конструкції обладнання, що дозволяє використовувати холодильний потенціал рідкого та газоподібного холодоагенту, що утворюється при його випаровуванні [3].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Холодильні технології: Навчальний посібник / В. В. Шутюк, О. С. Бессараб, О. В. Душак, В. І. Ємцев. Київ: НУХТ, 2022. 172 с.
2. Семенюк Д. П., Петренко О. В. Холодильне обладнання: підручник. Х.: Світ Книг, 2021. 633 с.
3. Fellows P. Food Processing Technology – Principles and Practice. 2nd ed. Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 2000.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЦИРКУЛЯЦІЇ МАСТИЛА
В ТРАНСКРИТИЧНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМАХ
Єрмоленко Є. М., магістрант, e-mail: egorermolenko30@gmail.com
Науковий керівник – доц. Петренко О. В.
Державний біотехнологічний університет

Ефективна циркуляція мастила в холодильних системах є критично важливим фактором, особливо в транскритичних холодильних системах CO₂, де компресори працюють в умовах підвищених навантажень. Адекватне змащення забезпечує працездатність рухомих частин та ефективне охолодження системи.

Функція компресорного мастила полягає виключно у змащенні, і в ідеалі воно повинно залишатися в межах компресора. Однак, на практиці, мастило, що знаходиться в картері компресора, змішується з холодоагентом, піддається стисненню та потрапляє в нагнітальний патрубок [1]. Винесення мастила необхідно мінімізувати, оскільки його потрапляння в систему охолодження призводить до:

1. Утворення плівки мастила на внутрішній поверхні випарників, що знижує коефіцієнт теплопередачі та ефективність системи.

2. Необхідності організації заходів повернення мастила з системи для змащення компресорів.

Залежно від типу системи (з безпосереднім кипінням холодоагенту або затопленого типу) застосовуються різні підходи до повернення мастила. В бустерних CO₂ системах, що мають компресори на низькотемпературному (LT), середньотемпературному (MT) та проміжному температурному (IT) рівнях, винесення мастила відбувається на всіх рівнях. Однак, компресори MT та IT характеризуються вищим ступенем винесення мастила порівняно з компресорами LT, що обумовлено вищою щільністю всмоктуваної пари та більшими навантаженнями на охолодження на рівні MT [2].

Таким чином необхідно встановлювати мастиловіддільники на нагнітальних лініях компресорів LT та MT/IT. Та обов'язкове їх встановлення на лінії MT. Встановлення мастиловіддільників на лінії нагнітання компресорів LT дозволяє зменшити винесення мастила до всмоктувальної магістралі компресора MT, що в свою чергу знижує загальне винесення мастила компресорами MT. При використанні систем управління мастилом, в яких його повернення здійснюється через всмоктувальні трубопроводи, існує ризик нерівномірного розподілу мастила між компресорами, що може призвести до перевищення максимального рівня мастила в картерах компресорів LT.

Повернення мастила в систему може бути реалізовано різними способами. Наприклад, електронні розширювальні клапани можуть керувати процесом відділення суміші мастила/CO₂ з мастиловіддільника, спрямовуючи її безпосередньо у всмоктувальні трубопроводи компресорів, підключених до циркуляційного ресивера, де відбувається відділення мастила.

Встановлення віддільників рідини є рекомендованим. Однак, баланс мастила, що виноситься та видаляється з системи, залежить від багатьох параметрів, що вимагає індивідуального підходу до кожної системи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Семенюк Д. П., Петренко О. В. Холодильные оборудования: учебник. Х.: Світ Книг, 2021. 633 с.

2. Проектирование великих промышленных транскритических CO₂ систем с насосной циркуляцией холодоагента. URL: <https://assets.danfoss.com/documents/latest/417628/BE479050584211uk-UA0101.pdf>.

ТЕХНОЛОГІЯ СУБКРИТИЧНОЇ ТА ТРАНСКРИТИЧНОЇ CO₂-ЕКСТРАКЦІЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Зоренко В. С., студ., e-mail: jimmykraun@ukr.net

Науковий керівник – асист. Білий Д. В.
Державний біотехнологічний університет

За останні роки олійно-жирова промисловість пройшла через кілька технологічних досягнень, і найважливішим з них був перехід від дуже забруднюючого хімічного процесу екстрагування до фізичного процесу вилучення ліпідних фракцій. Промислова реалізація технології CO₂-екстракції цінних компонентів із сировини передбачає застосування у харчовій промисловості субкритичної та транскритичної CO₂-технологій для переробки різних видів харчової сировини.

Однією з основних передумов для процесу екстракції є те, що залишковий розчинник має бути повністю видалений з олії, перш ніж вона буде готова до подальшого використання. Використання CO₂-екстракції полягає в селективному вилученні поліненасичених жирних кислот із сировини, тим самим підвищуючи загальну якість олії [1].

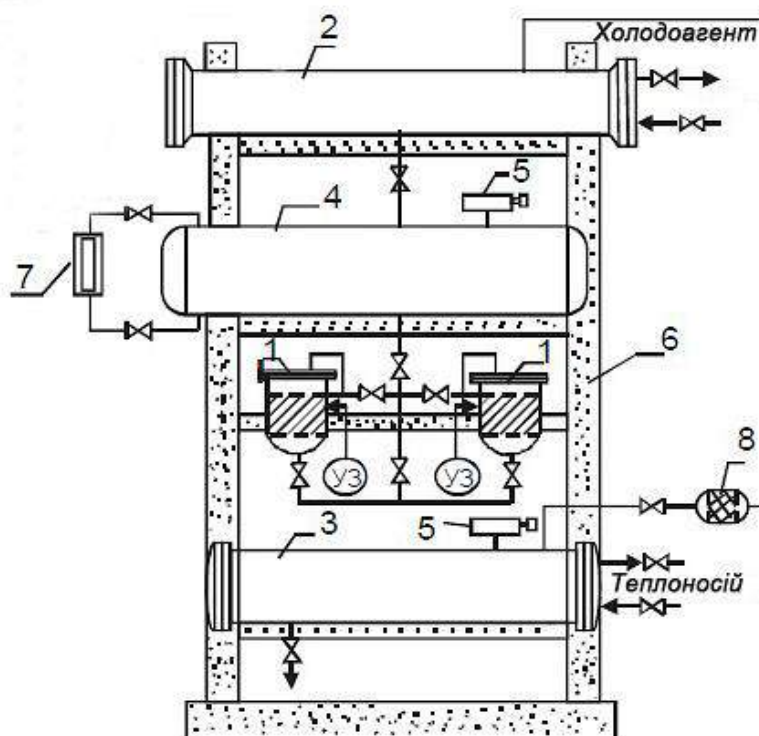


Рисунок 1 – Установка для субкритичної і транскритичної CO₂-екстракції рослинної сировини

Установка для комбінованої субкритичної та транскритичної екстракції рослинної сировини складається з екстракторів 1, конденсатора 2, випарника 3, ресивера 4, запобіжного клапана 5; рами 6; показника рівня 7, фільтра 8. Процес екстракції відбувається за наступною схемою. З ресивера 4 в екстрактори 1 подається рідкий холодоагент. В процесі дифузії міцела, що виділилася поступає в випарник 5. В парову сорочку випарника 5 подається гаряча вода, в результаті чого холодоагент випаровується і прямує в конденсатор 2. Міцела, що залишилася зливається в приємну ємкість для подальшої седиментації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Dhara O., Prasanna Rani K., Supercritical P. Carbon Dioxide Extraction of Vegetable Oils: Retrospective and Prospects. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 2200006, 2022. P. 1-10.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ КОТЛА НА ТВЕРДОМУ ПАЛИВІ

Козак А. К., студ., e-mail: kozakart@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Горященко С. Л.

Хмельницький національний університет

Сталеві водогрійні котли за своєю конструкцією та поверхневої обробці призначені для автономного і центрального опалення котеджів з максимальним гідростатичним напором 20 м. Котли дозволяють спалювати тверде паливо, тобто буре вугілля і дерево.

Розроблена модель твердопаливного котла у програмному середовищі SolidWorks.

Верхня частина котла утворена встановленими на петлях завантажувальними дверцятами і дверцятами для очищення, прикріпленими до зварної конструкції смушкових гайками. Власне корпус котла зварений з листової сталі.

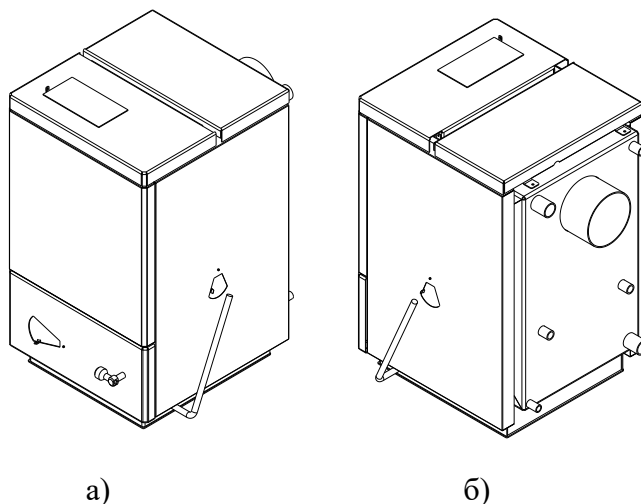


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд котла на твердому паливі:
а – вигляд спереду, б – вигляд ззаду

Камера згоряння котла оснащена рухомими каскадними колосниковими ґратами, управління якими здійснюється важелем, що знаходиться на бічній стороні котла.

Дверцята зольника оснащені заглушками для регулювання повітря горіння при спалюванні вугілля, завантажувальні дверцята оснащені заглушкою для регулювання повітря горіння при спалюванні дерева з застосуванням автоматичного регулятора повітря горіння.

Завантажувальні дверцята, дверцята для очищення і дверцята зольника виготовлені з листових елементів з поверхневою обробкою і оснащені теплоізоляцією. У передній захисній панелі встановлені вимірювальні прилади – термометр і манометр, які зчитують температуру і тиск опалювальної води всередині котла.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Головка Т. Б., Рого К. Г., Скрипник Ю. О. Автоматика и автоматизация технологических процессов: підручник. К.: Лебідь, 2017.

2. Практика впровадження твердопаливних котелень у ЖКГ України. URL: <https://aw-therm.com.ua/praktika-vprovadzhennya-tverdopalivnih-kotelen-u-zhkg/>

ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ФРУКТІВ ТА ОВОЧІВ

Манжос М. В.

Науковий керівник – проф. Семенюк Д. П.

Державний біотехнологічний університет

Для суттєвого збільшення терміну зберігання та збереження якості овочів та фруктів застосовують склади із системами регульованого мікроклімату та контрольованої атмосфери. Зберігання в регульованому газовому середовищі здійснюється у спеціальних овочесховищах та фруктосховищах. Фрукти зберігаються у контейнерах у холодильних камерах, обладнаних газогенераторами, датчиками газового середовища, адсорберами. Основні фактори, що впливають на збереження плодоовочевої продукції, включають температуру, відносну вологість повітря та дезінфекцію.

Для максимального продовження терміну зберігання овочів та фруктів із збереженням їхньої якості без застосування хімічної обробки використовується технологія зберігання у регульованій атмосфері (РА). Вона заснована на створенні та підтримці у сховищі газового середовища, що відрізняється від звичайного повітря зміненим співвідношенням кисню, азоту та вуглекислого газу, що дозволяє значно уповільнити процеси дихання та дозрівання плодів. На відміну від звичайної атмосфери концентрація кисню знижується з 21% до 1–2,5%, а концентрація вуглекислого газу підвищується до 1–3,5%. Зниження концентрації кисню та підвищення вмісту вуглекислого газу в холодильній камері призводить до уповільнення метаболічних процесів у плодах, що продовжує термін їх зберігання на 2–3 місяці, знижує втрати та зберігає смакові та харчові властивості [1].

У даний час найбільш поширеним методом зберігання овочів та фруктів у регульованій атмосфері є використання ультранизького вмісту кисню (ULO). Для цього застосовуються герметичні холодильні камери, оснащені генератором азоту для зниження рівня кисню, адсорбером вуглекислого газу та системою автоматичного керування, яка періодично вимірює концентрацію газів. Найсучасніший підхід до регульованої атмосфери передбачає не лише ультранизький вміст кисню (1–1,5%), а й контроль рівня етилену, що виділяється у процесі дозрівання. Вміст вуглекислого газу не перевищує 2%, а кисню – 1–2%, що залежить від сорту, регіону вирощування та ступеня зрілості. Для оптимального зберігання необхідно якнайшвидше завантажувати камери продукцією, використовуючи технології швидкого зниження концентрації кисню (RCA) та надшвидкого зниження рівня кисню (ILOS). Це дозволяє, наприклад, зберігати чутливі яблука до 18 місяців із збереженням якості.

Динамічна контрольована атмосфера (DCA) – це технологія, яка дозволяє змінювати склад газового середовища в сховищі залежно від стану плодів, що зберігаються. Наприклад, при зберіганні яблук рівень кисню може знижуватися до 0,5%, що створює їм стресові умови дихання. Як тільки в плодах починає накопичуватись етиловий спирт, умови зберігання повертаються до режиму ультранизького вмісту кисню (ULO). Протягом усього періоду зберігання такі стресові періоди повторюються кілька разів. Це дозволяє зберегти плоди без пошкоджень від опікових захворювань, яким схильні деякі сорти яблук. Динамічна атмосфера – це вдосконалена технологія зберігання в ULO, яка забезпечує: природний захист плодів від засмаги без використання хімічної обробки; максимальне збереження твердості, соковитості та інших якісних характеристик плодів при тривалому зберіганні. Суть технології полягає в тому, що за допомогою спеціальних датчиків, що базуються на методі флуоресценції, постійно вимірюється фізіологічний стан плодів. На основі отриманих даних підтримується мінімально допустима концентрація кисню у камері, зазвичай 0,4–0,6%. Ця запатентована технологія активно впроваджується у розвинених країнах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Insolar холод. Офіційна сторінка. URL: <https://insolar-holod.com/ua/area-of-business/ca-storages>.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЖЕКТОРА В КОНВЕНЦІЙНІЙ СИСТЕМІ ЗАМОРОЖУВАННЯ

Мольський О. С., Ph.D. докторант, e-mail: molskiyalex@gmail.com

Мольський С. М., експерт Холодильної асоціації України, e-mail: kriofor69@gmail.com

Науковий керівник – проф. Потапов В. О.

Державний біотехнологічний університет

У даній роботі наведено спосіб охолодження повітря за допомоги ежектора-теплообмінника і його доведення до потрібних параметрах для низькотемпературного охолодження продукту.

Застосування ежектора-теплообмінника в процесі заморожування м'ясної сировини є перспективним напрямом досліджень що може значно зменшити металомісткість холодильних установок, енергетичне споживання та втрату робочих речовин. Також використання ежекторних теплообмінників у харчовій промисловості призводить до позитивного результату зменшення природного усушки м'яса при холодильній обробці [1].

Ежектор – це струминний насос для відсмоктування (при значному розрідженні) рідин, газів, пари або сипких мас за рахунок передачі кінетичної енергії від робочого середовища (що рухається) до відсмоктувального. Дія ежектора заснована на розрідженні, що створюється у ньому струминою іншої рідини (пари, газу), котра швидко рухається [2].

Ежектор-теплообмінник відноситься до холодильної техніки, а більш конкретно, до конвекційного теплообміну між продуктом що заморожується і може бути застосованим на підприємствах харчової промисловості в камерах, тунелях та шафах в яких заморожується дрібний харчовий продукт, наприклад курячі субпродукти, на стелажах, піддонах або конвеєрах.

Використання ежекційної системи дає змогу:

- збільшити обсяги повітря, що циркулює через стелажі з продуктом;
- збільшити швидкість повітря, що контактує з продуктом;
- збільшити інтенсивність теплообміну між продуктом та повітрям, що його охолоджує;
- скоротити час заморожування;
- не використовувати наднизькі температури повітря;
- зменшити споживання енергії компресором холодильної машини;
- подавати на продукт повітря з однаковою температурою;
- поліпшити якісні характеристики процесу заморожування як стосуються продукту, такі як зовнішній вигляд та усихання;
- зменшити собівартість холодильного обладнання що працює на більш високих температурах кипіння;
- зменшити собівартість холодильної обробки завдяки меншим енерговитратам.

Мета цієї роботи показати переваги заморожування харчових продуктів (а конкретно м'ясних виробів) із застосуванням ежектора-теплообмінника.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Когут В. Є., Бутовський О. Д., Носенко Н. Г. Проектування термоконденсатора-ежектора. *Холодильна техніка та технологія*. Одеса, 2013. № 6(146).
2. Мала гірнича енциклопедія: у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Д.: Донбас, 2004. Т. 1. 640 с.

ТЕПЛОВИЙ НАСОС – ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОПАЛЕННЯ, ЩО НЕ ШКОДИТЬ ДОВКІЛЛЮ

Сасімова І. А., канд. техн. наук, викл.-метод., спец. вищ. кат.,

Юрченко Ю. Ю., спец. вищ. кат., Юрченко Я. Ю., студ.

ВСП «Харківський фаховий коледж харчової промисловості ДБТУ»

Тепловий насос (ТН) – це агрегат, який використовує теплову енергію навколишнього середовища для обігріву приміщень, відбираючи низькопотенційне тепло з землі, повітря, води та перетворюючи його на високопотенційне, необхідне для нагрівання теплоносія системи опалення. Оскільки джерело тепла – навколишнє середовище, в процесі роботи ТН не створює шкідливих відходів і для його функціонування не потрібне паливо. При цьому обладнання не лише обігріває будинок, а й задовольняє потребу в гарячій воді.

Принцип роботи ТН подібний до роботи кондиціонера (рис. 1), відрізняється тільки

ЯК ПРАЦЮЄ ТЕПЛОВИЙ НАСОС?
для опалення й охолодження будинку

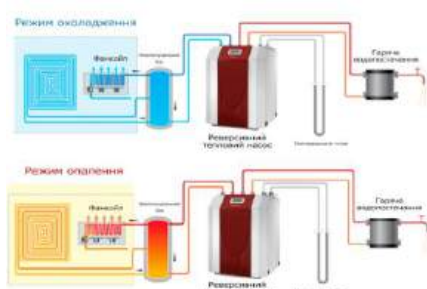


Рисунок 1

поліпшеними параметрами. Може працювати на обігрів приміщень при температурі повітря до -15 – -25°C . До складу установки входить контур, в якому циркулює холодильний агент, 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, де перетворюється на рідину, тепло якої використовується для нагріву води в контурі опалення. Цей принцип роботи практично однаковий для всіх типів ТН. Відмінності лише в середовищі, яке використовується для отримання тепла – це вода, земля, повітря тощо. Вода як теплоносій за допомогою фреону нагрівається $\approx$ до 55 – 65°C , цього достатньо, щоб

забезпечити гаряче водопостачання, систему опалення, теплу підлогу. В основі роботи ТН – використання низькопотенційної теплової енергії, що обмежує використання елементів навколишнього середовища. Оптимальний режим роботи – це -10°C .

Переваги теплових насосів

- **Енергоефективність:** ТН можуть видавати до 5 одиниць теплової енергії за кожен спожиту одиницю електроенергії, що робить їх значно ефективнішими за традиційні системи опалення.
- **Екологічність:** агрегати забезпечують "чисте" опалення, що сприяє збереженню навколишнього середовища.
- **Універсальність:** ТН використовуються для обігріву води та опалення, а реверсивні моделі – і для охолодження приміщень.
- **Незалежність від палива:** створює більш стабільні опалювальні рішення.
- **Довговічність:** грамотно підібрані системи можуть служити понад 50 років.

Недоліки теплових насосів

- **Висока вартість** обладнання та монтажу в порівнянні з простими традиційними системами опалення.
- **Ефективність агрегатів залежить від температури** джерел тепла, особливо це помітно під час експлуатації повітряних ТН.
- **Встановлення та обслуговування** ТН досить енергозатратне. В деяких випадках потрібно бурити свердловини, піднімати поверхню ґрунту тощо.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Альтернативне опалення. Тепловий насос. Термоюніон. URL: https://termounion.ua/statti/alternatyvne-opalennja-teplovij-nasos?srsId=AfmBOooUGrxGNVua3dNQpCWX-nNpYpAAL_OJmbvCNYoCOH6UI8GsXIT (дата звернення: 20.03.2025).
2. Сфера застосування теплових насосів. MYCOND. URL: <https://mycond-heatpump.com.ua/sfera-zastosuvannya-teplovih-nasosiv> (дата звернення: 20.03.2025).
3. Що таке тепловий насос? Теплософт. URL: <https://teplosoft.com.ua/blog/shho-take-teplovij-nasos> (дата звернення: 20.03.2025).

ПЕРЕВАГИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ
ХОЛОДИЛЬНИМИ СИСТЕМАМИСтуков Д. П., студ., e-mail: stukovdan@gmail.com

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Цуркан М. М.

Державний біотехнологічний університет

Автоматизовані системи управління та диспетчеризації є невід'ємною частиною технологічного оснащення сучасного виробництва, сприяють підвищенню якості продукції та покращують економічні показники за рахунок вибору та підтримання оптимальних режимів роботи обладнання.

Автоматизація зменшує кількість обслуговуючого персоналу та забезпечує роботу машини в оптимальному режимі.

Комерційні та промислові холодильні установки мають такі види управління: механічні та автоматизовані.

Механічне реле тиску – принцип дії заснований на роботі мембрани, яка безпосередньо пов'язана з газовим середовищем холодильної установки та підібрана регульовальною пружиною. При зміні тиску межі установки мембрана долає дію пружини і розмикає електричні контакти, цим припиняючи роботу установки. Недоліком є великий диференціал між розмиканням та замиканням контактів термостату, тому в цій системі низька точність підтримання температури (5–8⁰С).

Контролер управління холодильною установкою – пристрій керування та контролю всіх процесів у холодильній установці. Контролери дозволяють адаптивно з високою точністю керувати процесом охолодження, роботою компресорів, вентиляторів конденсаторів у багатокомпресорних установках та електронними вентилями, що регулюють, дозволяючи підтримувати температуру з точністю до 1⁰С.

Найбільш сучасними та ефективними є системи моніторингу та віддаленого доступу, які виконують функції організації диспетчерського управління, контролю та оптимізації роботи холодильного обладнання (магазинів, супермаркетів) та систем кондиціонування повітря (будівель, музеїв, торгово-розважальних центрів). Дана система поєднує в собі всі вище описані системи управління холодильними установками і представляє всю інформацію в узагальненому, зручному для сприйняття вигляді. Також дозволяє проводити статистичний аналіз роботи у вигляді таблиць, графіків [1].

Можна зробити висновок, що в даний час стрімкого розвитку цифрових технологій, системи холодопостачання також схильні до змін у бік автоматизації всіх процесів, починаючи з роботи самої холодильної установки (для підвищення ефективності та зменшення енерговитрат на виробництво 1кВт холоду) і закінчуючи контролем якості продукту в цих установках (системи контролю якості ХАССП та ін.).

Дані зміни підвищують інтелектуальну складність обладнання та відповідно вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу. Працівники повинні вже мати навички програмування, налаштування необхідних алгоритмів роботи обладнання, а системи управління вже самі підлаштовують оптимальний режим роботи холодильної системи. При цьому варто не забувати, що без знань у галузі процесів виробництва холоду та кондиціонування повітря не можливе правильне налагодження роботи холодильного обладнання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт компанії Данфосс в Україні. URL: <https://www.danfoss.com/uk-ua/>

ТРАНСКРИТИЧНІ ХОЛОДИЛЬНІ СИСТЕМИ З НАСОСНОЮ ЦИРКУЛЯЦІЄЮ: ЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ХОЛОДУ

Товстик О. С., здобувач, e-mail: tovstyk.oleksandr@gmail.com

Науковий керівник – доц. Петренко О. В.
Державний біотехнологічний університет

Сучасні промислові холодильні системи мають відповідати вимогам енергоефективності, екологічності та безпеки. Одним із найперспективніших рішень є транскритичні системи на основі CO₂ з насосною циркуляцією. Вони дозволяють зменшити енергоспоживання, працювати стабільно та легко адаптуватися до змінних навантажень [1].

Транскритична холодильна система працює в режимі, коли CO₂ переходить за межі критичної точки (31,1°C, 73,8 бар). Це вимагає спеціальних рішень для регулювання тиску та теплопередачі. Основними компонентами таких систем зазвичай є: транскритичні компресори; субкритичні секції з насосною циркуляцією; робота на різних рівнях температури (низькотемпературний (LT), середньотемпературний (MT), проміжний (IT)). Завдяки насосній циркуляції холодоагент використовується ефективніше, що мінімізує втрати енергії.

Окреслимо основні переваги насосної циркуляції холодоагент в транскритичних холодильних системах: Кращий теплообмін – рідкий холодоагент подається оптимально, що підвищує ефективність випарників. Мінімальні втрати енергії – зменшується перегрів, покращується загальна ефективність системи. Надійна робота при високих навантаженнях – система легко адаптується до змінних умов експлуатації. Розморожування гарячим газом – скорочує енергоспоживання та зменшує час простою. Екологічність – CO₂ безпечний для довкілля та не шкодить озоновому шару. Довговічність – CO₂ не руйнується термічно, що подовжує строк служби обладнання [2].

Необхідно також зазначити основні виклики що стоять перед розробниками вище зазначених холодильних систем: Високий робочий тиск – потребує міцних матеріалів і спеціального обладнання. Значні капіталовкладення – початкові витрати вищі через складність технології. Складність експлуатації та обслуговування – потрібні кваліфіковані фахівці. Повернення мастила – необхідно продумане мастиловідділення, щоб система працювала стабільно. Вплив зовнішньої температури – при високих температурах ефективність може знижуватися, тому важливо мати систему регулювання температур [2].

Розглянемо конструктивні особливості та ключові елементи таких систем транскритичних холодильних системи з насосною циркуляцією: Циркуляційний ресивер – контролює рівень рідини та стабільність роботи холодильної системи. Насоси – подають холодоагент у випарники. Мастиловідділювачі – запобігають накопиченню мастила в контурі холодильної системи. Система регулювання тиску – допомагає підтримувати оптимальний режим роботи транскритичних холодильних системи [2].

Транскритичні CO₂-системи з насосною циркуляцією – це ефективне рішення для промислового холоду. Вони забезпечують високу продуктивність, енергоефективність і відповідають сучасним екологічним стандартам. Незважаючи на вищу початкову вартість, їх довговічність і економія на експлуатації роблять їх вигідною інвестицією.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Семенюк Д. П., Петренко О. В. Холодильное оборудование: учебник. Х.: Світ Книг, 2021. 633 с.

2. Проектирование великих промышленных транскритичных CO₂ систем с насосной циркуляцией холодоагенту. URL: <https://assets.danfoss.com/documents/latest/417628/BE479050584211uk-UA0101.pdf>.

ІНВЕРТОРНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ДЛЯ КОНДИЦІОНЕРА

Толмачов О. В.

Науковий керівник – проф. Семенюк Д. П.

Державний біотехнологічний університет

Однією з цілей проекту UNIDO щодо виведення гідрохлорфторвуглеців (ГХФВ) з обороту є підвищення енергоефективності кліматичного обладнання. Оскільки більшість кондиціонерів, встановлених у нашій країні, – звичайні побутові спліт-системи, розглянемо технології, які підходять саме для таких кондиціонерів, на прикладі обладнання компанії Panasonic [1].

Фірма Panasonic постійно вдосконалює технології енергозбереження, що використовуються у побутових та промислових кондиціонерах. Інвертор (пристрій, що перетворює постійний струм у змінний) дозволяє плавно змінювати швидкість обертання компресора. У звичайному кондиціонері двигун компресора працює або на повній потужності, або зовсім не працює. За наявності інверторної схеми компресор може працювати і на досить малих обертах. А це означає, що найчастіше компресор не відключається і після досягнення потрібної температури у приміщенні, продовжує працювати на невеликій потужності. Найбільшу кількість енергії система споживає саме в момент пуску двигуна. А зупинки та пуски у звичайному кондиціонері досить часті. Кондиціонер включається, коли температура перевищує норму, і вимикається при значному зниженні температури нижче встановленої. Графік ходу температури у приміщенні з таким кондиціонером нагадує пилку з досить високими зубами. Інверторний кондиціонер, досягнувши потрібної температури, підтримує її з точністю плюс-мінус 0,5°C, при цьому йому не потрібно вмикатися і вимикатися. Із цього випливає і ще одна перевага інверторного кондиціонера. Звичайне обладнання, працюючи на повній потужності, може видавати холодне повітря із температурою 6...12°C. Якщо робочі місця розміщені неідеально, це призводить до застуд. Кондиціонер з інвертором здатний охолоджувати повітря не настільки сильно – наприклад, до 15°C, що цілком достатньо для підтримки вже досягнутої температури в приміщенні і безпечно для людей, що там знаходяться. Ще один плюс інверторних кондиціонерів – «форсажний» режим для швидкого створення потрібної температури в кімнаті. Інвертор протягом короткого часу може видавати потужність вище за номінальну, і при необхідності швидкого зниження температури кондиціонер перевищує заявлену потужність. Тому гаряче приміщення охолоджується інверторною технікою швидше, ніж звичайною, навіть якщо паспортні потужності кондиціонерів однакові. Коефіцієнт перетворення енергії (COP) у спліт-системах у сучасних кондиціонерах Panasonic досяг рівня 4,82, що дозволяє відносити їх до обладнання класу А з енергоефективності. Ще один важливий внесок у економію енергії – використання спеціального датчика, який контролює кількість людей у кімнаті та ступінь їх активності. Датчик орієнтується на температуру об'єкта та швидкість його руху і дозволяє уникати ситуацій, коли теплового навантаження у приміщенні майже немає, а кондиціонер продовжує працювати. Якщо ж датчик визначить, що у приміщенні знаходиться кілька людей і всі вони активно переміщуються, кліматична система плавно збільшить потужність.

Залишається лише додати, що вся кліматична техніка Panasonic використовує виключно озонобезпечні холодоагенти (R410A). Усі технології демонструють дбайливе ставлення до природи, а компанія є автором численних ініціатив щодо зменшення шкоди, яка завдає довкіллю діяльність людини. Кондиціонери Panasonic витрачають мінімум енергії для того, щоб створити комфортну атмосферу у приміщенні та забезпечити необхідні параметри повітря.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Панасонік Україна. Офіційна сторінка. URL: <https://www.panasonic.com/ua/>.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТРИГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК
ДЛЯ УТРИМАННЯ ВРХ У ЛІТНІХ ТАБОРАХ

Халін Д. В., студ., e-mail: daniilhalin32@gmail.com

Науковий керівник – проф. Жила В. І.
Державний біотехнологічний університет

У теплу пору року, коли більшість сільгосптоваровиробників використовує систему пасовищного утримання корів, актуальним питанням є забезпечення повного циклу догляду та обслуговування дійного стада, зокрема доїння корів, первинну обробку молока та зберігання його при літніх температурах до відвантаження замовнику. Ефективним варіантом вирішення цього питання є використання сонячних мобільних електростанцій та теплохолодильної установки (ТХУ).

Мета досліджень – дослідження перспективи використання тригенераційних установок для потребпасовищного утримання корів з використанням «зелених» інновацій.

Організація пасовищної системи потребує певних фінансових вкладень – на облаштування огорожі пасовища, забезпечення тварин обладнанням для поїння, залучення додаткового обслуговуючого персоналу. Особливість пасовищної системи – економія на кормі, збиранні гною та електроенергії. Розміщення доїльних блоків на різних майданчиках необхідно, якщо пасовища перебувають у значному віддаленні один від одного.

Промисловість випускає універсальні доїльні станції для пасовищ типу УДС, які комплектуються індивідуальними станками типу «Тандем», силовим агрегатом, холодильною установкою, вакуумною і молочною лінією з доїльними апаратами, молочним насосом, фільтром-охолодником та цистерною для зберігання молока, а також лінією водопостачання. Загальна встановлена електрична потужність станції з розрахунку на 100 корів складає 5,5 кВт [1].

Недоліки: необхідність трьох видів енергоресурсів – дизельне пальне, тверде пальне (дрова чи вугілля), а також додаткового оператора для обслуговування енергетичного обладнання.

Автором запропоновано використання сонячної енергії для електрозабезпечення технологічних процесів отримання молока, що усуває необхідність у додатковому операторі та покращує культуру виробництва. Застосування тепло холодильної установки ТХУ-14 скорочує енерговитрати за рахунок утилізації теплової енергії при отриманні холоду для зберігання молока. Технологічні електроспоживачі мають загальну встановлену потужність 12,5 кВт з розрахунку на обслуговування 100 корів

Зважаючи на те, що експертами з фотовольтаїки середнє питоме значення виробленої потужності сонячною панеллю береться величиною 800 Вт/м², то їх загальна площа складатиме близько 15,5 м². Панелі встановлюються на даху відкритих загонів для худоби з годівницями. Резервне живлення може здійснюватися від електрогенератора з двигуном внутрішнього згорання.

Поеднання сонячної генерації для електрозабезпечення з утилізацією теплової енергії при отриманні холоду в ТХУ-14 скорочує енерговитрати при виробництві та зберіганні молока.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Машина і обладнання для тваринництва. Електронний підручник. URL: https://nmcbook.com.ua/elepidruchnuk/motnmc/1/tema_8.htm.

ХАРАКТЕРНІ НЕСПРАВНОСТІ ТА ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ КОМПРЕСОРІВ

Яковенко Д. О., студ., e-mail: papelats@ukr.net

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Якушенко Є. М.
Державний біотехнологічний університет

Експлуатацію та технічне обслуговування компресорів проводять відповідно до інструкцій заводів-виробників. Найбільшу увагу приділяють перевірці густини роз'ємних з'єднань холодильних установок.

Під час експлуатації компресора регулярно перевіряють надійність кріплення вузлів агрегату, роботу системи мастила, наявність холодоагенту та масла, тиск у системі мастила у картері.

Звукові характеристики працюючого поршневого компресора дають певну інформацію про його технічний стан. Різкі безладні стуки виникають при ослабленні або урвищі шатунного болта. Глухі стуки всередині картера в зоні корінних підшипників, що повторюються при кожному обороті колінчастого валу, говорять про недостатнє змащення підшипників. Стуки середнього тону у верхній частині циліндрів виникають через погане змащення поршневих пальців або великого зносу їх підшипникових втулок. Дзвінкий металевий стукіт в окремих циліндрах, що спостерігається після прогріву компресора, свідчить про малу величину шкідливого простору. Різкий стукіт під кришкою одного циліндра, що з'являється зі збільшенням тиску нагнітання, виникає через поломку буферних пружин клапанів. Постійний стукіт в одному з циліндрів, що виникає після пуску, з'являється при поломці або ослабленні кріплення пластини клапана. Звуки, що шарудять зі свистом, виникають в циліндрі при зносі поршневих кілець; при сильному зносі з'являються глухий грюкіт, що плескають поперемінно у верхній і нижній частинах циліндра. Сильні стукіт спостерігаються у всіх циліндрах при гідравлічних ударах.

У процесі ремонту холодильного обладнання найбільші витрати праці припадають на прилади контролю та управління, поршневий компресор та електричну частину холодильної установки. При ремонті холодильного обладнання виконується значний обсяг регулювальних та випробувальних операцій, а самі ремонтні роботи проводяться з використанням спеціального технологічного оснащення та пристроїв.

У конструкції холодильної установки повинен бути забезпечений захист компресора від попадання рідкого холодоагенту у всмоктувальну порожнину та підвищення тиску нагнітання за межі допустимого. Захист обслуговуючого персоналу від попадання під напругу, що подається до вбудованого електродвигуна здійснюється запобіжним ковпаком, який надягають на коробку контактних затискачів підключення проводів. Ремонтні роботи проводяться лише на знеструмленому компресорі. Розтин компресора та підтягування кріпильних деталей роблять у захисних окулярах і після того, як тиск холодоагенту в системі буде знижений до атмосферного.

Холодильну установку не можна експлуатувати за відсутності пломб, а також при термінах огляду манометрів, компресорів і апаратів.

Манометри не рідше 1 разу на рік треба перевіряти і пломбувати і не рідше ніж через 6 місяців оглядати з нанесенням дати огляду на склі.

Запобіжні клапани компресорів піддають щорічній перевірці, після чого пломбують.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Холодильні установки: підручник. 6-те вид., перероб. та доп. Одеса: Пальміра, 2006. С. 552.
2. Лабай В. Й. Тепломасообмін. Львів: Тріада плюс 2004. 260 с.
3. Мандрус В. І. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Л.: Магнолія 2007. 340 с.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ 3

Бахметьев В. В.

**Перспектива модернізації розподільчих мереж України 10–35 кВ завдяки
впровадженню автоматичних пунктів секціонування..... 3**

Беліков Є. Д.

Післявоєнні проблеми підвищення надійності електропостачання споживачів..... 4

Бондар С. О.

**Діагностика розподільчих електричних мереж при однофазному замиканні
на землю..... 5**

Боровик Н. В., Боровик Д. О.

Системи підтримки прийняття рішень у сфері енергетики..... 6

Бунько Н. В., Глубіш А. С.

**Аналіз функціональних можливостей інтелектуального пристрою релейного
захисту та автоматики з високими вимогами для цифрових підстанцій..... 7**

Буряківський В. К.

**Застосування реклоузера для автоматизованого процесу резервування
електромереж..... 8**

Головаш В. В.

Діагностика кабельних ліній та оцінка їх стану..... 9

Грищенко Є. О.

**Цифрова підстанція як складовий елемент інтелектуальних електричних
мереж..... 10**

Єрмак Д. А.

**Прогнозування метеопараметрів ожеледеутворення на ПЛ на основі
використання штучних нейронних мереж..... 11**

Засуха О. М.

Доцільність упровадження АСКОЕ в сільських мережах..... 12

Зубарєв Д. В.

Автоматизація розподільних мереж електропостачання..... 13

Карпенко М. А.

Особливості вибору напрямків розвитку атомної енергетики для України..... 14

Клименко А. О.

Вибір видів протипожевної автоматики..... 15

Козьма А. І.

Розробка алгоритму функціонування мікропроцесорних пристроїв АПВ..... 16

<i>Лапченко Д. В.</i> Аналіз автономних резервних джерел живлення.....	17
<i>Лебідь В. М.</i> Аналіз методів підвищення надійності електричних мереж 10 кВ.....	18
<i>Левін С. О.</i> До питання збільшення пропускної здатності ліній великої довжини.....	19
<i>Левченко О. П., Семчишина Ю. О.</i> Показники надійності SAIFI і SAIDI сільських електричних мереж з інтелектуальними секціонуючими реклоузерами.....	20
<i>Мартинів О. С.</i> Аналіз впливу впровадження систем накопичення енергії на стабільність електропостачання в АПК.....	22
<i>Науменко В. С.</i> Дослідження впливу електричного поля на ефективність фарбування.....	23
<i>Немашкало В. В.</i> Аналіз проблеми втрат електричної енергії в мережі 0,38/0,22 кВ	24
<i>Немикіна О. В., Капля Д., Немикіна О. С.</i> Оцінка втрат потужності в низьковольтній живильній мережі 0,4 кВ промислового підприємства.....	25
<i>Патока І. О.</i> До питання електропостачання сільськогосподарських фермерських підприємств.....	26
<i>Петренко Р. В.</i> Балансуєчі потужності ОЕС України.....	27
<i>Пономаренко С. О.</i> Штучний інтелект у задачах виявлення місця пошкодження в електричних мережах.....	28
<i>Ставрук П. М.</i> Сучасні методи енергозбереження у фермерських господарствах: досвід розвинених країн.....	29
<i>Таранов Д. В.</i> Аналіз методів і засобів визначення місць пошкоджень на ПЛ 6–35 кВ.....	30
<i>Тендітний В. В.</i> Вплив параметрів повітряної лінії на точність визначення місця однофазного замикання на землю.....	31
<i>Тесленко В.О.</i> Підвищення надійності системи електропостачання під час ліквідації наслідків аварійних ситуацій та реконструкції.....	32

Шаповалов Д. О.

Використання однофакторного дисперсійного аналізу для дослідження якості технічного сервісу електродвигунів.....	33
---	-----------

Шидловський А. Б.

Системи генерування на основі машини подвійного живлення.....	34
--	-----------

Ясак С. А.

Методи підвищення ефективності автоматичного частотного розвантаження в енергосистемі з розподіленою генерацією.....	35
---	-----------

СЕКЦІЯ 2. ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА

36

Астапович Ю. В.

Застосування програмних засобів для моделювання роботи електричних мереж із сонячними електричними станціями та системами зберігання енергії.....	36
--	-----------

Боровик А. О., Шевченко В. В.

Оцінка ефективності роботи обладнання міні-ГЕС.....	37
--	-----------

Височанський Я. М.

Опис моделі котлоагрегату для спалювання біопалива.....	38
--	-----------

Власов В. О.

Перспективи використання відновлюваних джерел енергії в сучасних умовах.....	39
---	-----------

Войтович В. І.

Тенденції розвитку систем зберігання електроенергії в Європі.....	40
--	-----------

Волобуєв А. С.

Прогнозування продуктивності сонячних електростанцій на основі апарата штучних нейронних мереж.....	41
--	-----------

Грачов А. А.

Потенціал сонячної енергетики України.....	42
---	-----------

Григоренко О. В., Мельник О. В.

Дослідження методу забезпечення автономного електропостачання тваринницької ферми на основі комбінування базових та стохастичних джерел енергії.....	43
---	-----------

Дегтяренко О. Ю.

Правильний вибір елементів захисту СЕС – необхідна умова безпечної роботи станцій.....	45
---	-----------

Добровольський І. П.

Оцінка ефективності вітро дизельного енергокомплексу.....	46
--	-----------

Заяц Б. С.

Режими роботи розподільної мережі з сонячною електростанцією.....	47
--	-----------

<i>Зеленков Д. М.</i> Агровольтаїчна система зрошення сільськогосподарських культур на основі когенераційних фотомодулів.....	48
<i>Калюжний М. Д.</i> Можливості платформи енергетичного планування REOPT при дослідженнях гібридних енергетичних систем із СЕС.....	49
<i>Котляр О. А.</i> Роль ENTSO-E в забезпеченні стабільності енергетичної системи України.....	50
<i>Левицький М. Є.</i> Розрахунок площі для встановлення фотоелектричних модулів СЕС домогосподарства.....	51
<i>Лисіков О. Ю.</i> Дослідження електрофізичних процесів у літєвих акумуляторах.....	52
<i>Мартишко А. І.</i> Підвищення надійності електропостачання медичних закладів із застосуванням резервних джерел живлення.....	53
<i>Міщенко Д. О.</i> Забезпечення надійності електропостачання містечка за рахунок створення єдиної DC-мікромережі на основі альтернативних джерел енергії.....	54
<i>Моголівець А. С.</i> Стан енергетики та перспективи розвитку ВДЕ в Україні.....	55
<i>Мотайло М. С., Мороз О. М.</i> Дослідження переваг механізму Net Billing перед «зеленим» тарифом.....	56
<i>Оберемок Д. О.</i> Перспективи використання сонячної електростанції для компенсації реактивної потужності в мережі.....	57
<i>Опалєнік А. В.</i> Особливості вибору обладнання СЕС домогосподарства при збільшенні її потужності.....	58
<i>Печенюк В. А.</i> Біологічні особливості тополі як енергетичної культури.....	59
<i>Плонка І. О.</i> Сучасний розвиток вітроенергетики: тенденції, технології та перспективи.....	60
<i>Поляк М. І.</i> Методологія обґрунтування економічного ефекту від упровадження теплових насосів.....	61

<i>Пташник І. О.</i>	
Визначення оптимального місця приєднання мережевої сонячної електростанції до розподільної електричної мережі.....	62
<i>Рудь М. П.</i>	
Основні аспекти регулювання та функції енергетичного ринку України.....	63
<i>Сологуб-Йосеф Р. Т.</i>	
Стан та перспективи використання біогазових установок споживачами АПК.....	64
<i>Сотнік О. В.</i>	
Використання штучного інтелекту для прогнозування генерації сонячними електростанціями з установками зберігання енергії.....	65
<i>Тоберт М. Ю.</i>	
Оптимізація енергоспоживання підприємств за допомогою REopt Web Tool: можливості та перспективи.....	66
<i>Тоберт О. Ю.</i>	
Методи оптимального керування електричними мережами з розосередженими джерелами.....	67
<i>Хоменко І. В., Шкребела А. В., Орлов В. С.</i>	
Оптимізація режиму розподільчої мережі за напругою з урахуванням впливу альтернативних джерел енергії.....	68
СЕКЦІЯ 3. ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА РОБОТОТЕХНІКА	69
<i>Баляниця Д. Р.</i>	
Удосконалення системи керування електроприводом холодильно-компресорної установки овочесховища.....	69
<i>Біляков Д. О.</i>	
Аналіз методів визначення працездатності асинхронних електродвигунів, що застосовуються в сільськогосподарському виробництві.....	70
<i>Бублій А. М.</i>	
Дослідження шляхів підвищення ефективності роботи вентиляційної системи в гальванічному цеху.....	71
<i>Власов А. О.</i>	
Система стабілізації натягу дроту на електроприводі намотувального апарата....	72
<i>Воропаєв Ю. С.</i>	
Удосконалення системи керування електроприводом шнекового змішувача лінії виготовлення кондитерських виробів.....	73
<i>Гаврилін О. А.</i>	
Система автоматизованого управління припливно-витяжною вентиляцією на базі контролю частотно-регульованим приводом.....	74

<i>Гайдукевич С. В., Семенова Н. П.</i> Удосконалення системи охолодження опалювально-вентиляційної установки.....	75
<i>Гайдукевич С. В., Семенова Н. П.</i> Автоматизація технологічних процесів свиначника-маточника на базі IoT технологій.....	76
<i>Глебов І. М.</i> Автоматизація підтримання повітрообміну у виробничих приміщеннях свиноферми.....	77
<i>Городнійчук О. А.</i> Частотно-регульований електропривод підвісного конвеєра лінії переробки птиці.....	78
<i>Дегтяр М. В.</i> Використання квадрокоптерів для виявлення аварій на повітряних лініях електропередач.....	79
<i>Діденко А. М.</i> Удосконалення технологічних процесів за рахунок оптимізації конвеєрних систем в агросекторі.....	80
<i>Довгоспиний Р. А.</i> Удосконалення системи керування потоковою лінією виготовлення пілетів із відходів деревини.....	81
<i>Євдокімов С. В.</i> Використання частотного перетворювача для оптимізації роботи електропривода змотувального пристрою.....	82
<i>Жеребний М. В.</i> Моделювання систем електромеханічних властивостей асинхронних двигунів насосних станцій при частотному регулюванні швидкості.....	83
<i>Жила В. К.</i> Дослідження енергоефективності насосних установок із перетворювачами частоти.....	84
<i>Зварич І. К.</i> Підвищення ефективності теплоутилізаційної установки в котельні.....	85
<i>Іванченко О. В.</i> Регульований електропривод зерносушарки.....	86
<i>Ізюмський Н. О.</i> Удосконалення системи керування електроприводом насоса в процесі аерації води при вирощуванні аквакультури.....	87
<i>Ільонок В. О.</i> Аналіз причин виходу з ладу електродвигунів вентиляторів у пташниках.....	88

<i>Катриченко Д. О.</i> Підвищення ефективності технологічної лінії укладки піддонів із кормами з використанням частотного керування.....	89
<i>Кафтуненкова Е. М.</i> Вибір електрообладнання електропривода насоса подачі робочого шламу в піч...	90
<i>Кісільова Г. А.</i> Використання 3D-моделювання для ефективного проєктування технічних систем.....	91
<i>Климовець Є. С.</i> Визначення показників, які впливають на ефективність діагностування двигунів у сільському господарстві.....	92
<i>Кононова О. О.</i> Автоматизований електропривод для опромінення розсади овочевих культур.....	93
<i>Корольов А. О.</i> Аналіз мобільних електроприводів для фермерських господарств за технологічним призначенням.....	94
<i>Костенко Д. В.</i> Вплив режимів роботи екструдера на властивості поліетиленових композицій агропромислового призначення.....	95
<i>Курдяєв О. І.</i> Підвищення енергоефективності вентиляторів птахівничих приміщень.....	96
<i>Лисянська А. В.</i> Система керування електроприводом маніпулятора для вертикального переміщення вантажу.....	97
<i>Литвинов Д. В., Мироненко А. А.</i> Розробка і дослідження регульованого електропривода центрифуги на цукровому заводі.....	99
<i>Логвиненко Н. В.</i> Автоматизація насосної установки для подачі води у фермерське господарство...	100
<i>Логвиненко Н. В.</i> Динаміка асинхронного електропривода з нечітким регулятором у системах водопостачання.....	101
<i>Максак Є. І.</i> Особливості застосування регульованого електропривода подрібнювача зерна....	102
<i>Метелиця М. О.</i> Електротехнічне обладнання для приготування і роздавання кормів у свинарнику-відгодівельнику.....	103

<i>Мірошніченко О. І.</i> Розробка пульта керування електропривода змішувача з оптичним контролем однорідності корму.....	104
<i>Омельченко В. Б.</i> Удосконалення системи керування електроприводом центрифуги для відкачування меду.....	105
<i>Патока І. О.</i> Вплив несиметрії напруги на енергетичні характеристики стрічкових транспортів.....	106
<i>Постевничий Д. В.</i> Охорона праці операторів інкубатора в надзвичайних ситуаціях.....	107
<i>Прокопенко В. С.</i> Розробка системи управління електроприводом клиноподібної засувки системи водопостачання ферми ВРХ.....	108
<i>Проценко О. В.</i> Удосконалення системи захисту електропривода насоса подачі теплоносія в теплиці.....	109
<i>Саєнко Є. М.</i> Аналіз плавного пуску сільськогосподарських машин, момент опору яких не залежить від частоти обертання та прийняття рішень із програмою ЕСО 8.....	110
<i>Семененко І. С.</i> Дослідження конструктивно-технологічних параметрів змішувачів кормів.....	111
<i>Семка Д. С.</i> Застосування частотно-регульованого електропривода в системі підтримання температури в інкубаторі на птахофермі.....	112
<i>Солошенко В. О.</i> Електропривід установок змінного опромінення з обертальним рухом опромінювача.....	113
<i>Тихоненко С. М.</i> Система регульованого електропривода для тепловодопостачання житлового комплексу.....	114
<i>Устименко А. О.</i> Автоматизована система просторової орієнтації фотоелектричної установки.....	115
<i>Федосейкін В. М.</i> Вплив несиметрії напруги на енергетичні характеристики змішувачів кормів.....	116
<i>Харченко Д. В.</i> Аналіз енергоефективних алгоритмів керування електроприводом промислового обладнання.....	117

<i>Хорешко А. А.</i> Автоматизація електропривода двоагрегатної насосної станції для дренажу.....	118
<i>Шатохін О. В.</i> Удосконалення системи керування електроприводом мішалки біогазового реактора.....	119
СЕКЦІЯ 4. БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ	120
<i>Aljaž Kovač</i> Effects of cold Atmospheric Pressure plasma on biomaterials.....	120
<i>Yevhen Chuhui</i> Advances in dermatology and plasma technology.....	122
<i>Ruslan Magomadov</i> Research and development of ultrasound equipment for the treatment of animal joints.....	123
<i>Аврунін О. О.</i> Дослідження пневматичної потужності при тестуванні носового дихання.....	124
<i>Александров І. О.</i> Медичні та технологічні аспекти відновлення функцій колінного суглоба.....	125
<i>Багно В. І., Набивач О. А., Ситник В. Ю.</i> Розробка методу підвищення чутливості газових сенсорів.....	126
<i>Блудова М. Є.</i> Електроенцефалографічний апарат оцінки когнітивних станів тварин.....	127
<i>Боєчко-Немовча А.О.</i> Обробка зображень для оптичних навігаційних систем.....	128
<i>Борщевський Р. В.</i> Перетворення світлового випромінювання в енергію для росту рослин.....	129
<i>Винник О. К.</i> Розробка апаратури для лікування біологічних об'єктів постійним струмом.....	130
<i>Воронін Д. О.</i> Фактори впливу електромагнітного випромінювання засобів інформаційно-хвильової терапії.....	131
<i>Галич А. А.</i> Комп'ютерна програма підтримки прийняття рішення ветеринаром.....	132
<i>Галушко Д. Є.</i> Аспекти попередньої обробки плантографічних зображень.....	133

<i>Гладишев А. В.</i> Плазмені технології та пристрої у ветеринарії.....	134
<i>Дахно І. М.</i> Особливості побудови блока імпульсної високовольтної напруги для засобів газорозрядної візуалізації.....	135
<i>Демидов Д. А.</i> Використання методу термографії для комплексної діагностики.....	136
<i>Денисов Б. Ю.</i> Електромагнітна технологія підвищення врожайності садових культур.....	138
<i>Звягінцев Б. А.</i> Лікування вибухових травм м'яких тканин кінцівок.....	139
<i>Зінченко О. М.</i> Сенсори засобів газорозрядної візуалізації.....	140
<i>Корнюшин А. А.</i> Система моніторингу рухової активності тварин.....	141
<i>Кориціков А. М.</i> Аналіз динаміки відновлення пацієнтів після травм на основі простих носимих пристроїв та смартфонів.....	142
<i>Круподьор А. Д.</i> Біофізичні чинники впливу варіацій геомагнітного поля Землі на організм людини.....	143
<i>Крючков Р. Р.</i> Вплив магнітного поля на електропровідність рослинної клітини.....	144
<i>Куриленко А. В.</i> Застосування електростимуляції для лікування атрофії м'язів у тварин.....	145
<i>Куропятнік С. В.</i> Використання методу електроретинографії для діагностики очних захворювань домашніх тварин.....	147
<i>Кучер Д. О.</i> Застосування оптико-електронного пристрою для експрес-аналізу флуоресценції вірусів.....	148
<i>Лавренко Д. С.</i> Застосування електромагнітних технологій для передпосівної обробки насіння ріпаку.....	149
<i>Лисенко Н. О.</i> Біомеханіка плечового суглоба: анатомічні особливості та статистика пошкоджень.....	150

<i>Мальцев К. В.</i> Джерела холодної атмосферної плазми для біомедичної інженерії.....	151
<i>Мальцев К. В.</i> Безпілотна система моніторингу репродуктивної функції корів на пасовищі.....	153
<i>Медвідь В. М.</i> УЗД серця як метод запобігання хворобам.....	156
<i>Мельник В. В.</i> Особливості попередньої обробки зображень маркерів у оптичних навігаційних системах.....	157
<i>Місоченко С. Ю.</i> Використання моделі Segment Anything Model (SAM) BY META AI з автоматичною генерацією масок для сегментації біомедичного зображення.....	158
<i>Пенкальський М. Ю.</i> Електрокардіографічний апарат оцінки стану міокарда тварин.....	159
<i>Петкогло Д. Ю.</i> Біоімпедансні дослідження в середовищі MATLAB.....	160
<i>Попадченко В. Є.</i> Розробка апаратури для стимуляції імунітету телят на основі використання електромагнітної технології.....	161
<i>Попко С. О., Росоловська М. П., Лазоренко О. В.</i> Використання в медицині катастроф мікрохвильової радіотермометрії для дистанційної діагностики.....	162
<i>Привалов Б. В.</i> Дослідження кореляції між анатомічною конфігурацією носової порожнини та результатами функціонального тестування.....	163
<i>Самохін Ю. В.</i> Використання інструменту комп'ютерного зору CVAT для знаходження клітин на кріомікроскопічних зображеннях.....	164
<i>Сіладі В. Б.</i> Безпечне знезараження повітря та підлоги.....	165
<i>Соколов А. А.</i> Досвід використання технологій доповненої реальності та нейронних мереж при розробці навігаційного помічника для незрячих.....	166
<i>Сокольников А. О.</i> Упровадження 3D-друку в медичну практику: стандартизація, оцінка якості та перспективи розвитку в галузі.....	167

<i>Тригуб Т. О.</i> Прилад для вимірювання електричної активності шкіри біооб'єкта.....	168
<i>Трикуліч В. В.</i> Комп'ютерний аналіз спекл-зображень еритроцитів крові людини.....	169
<i>Трикуліч В. В.</i> Застосування екструзійного 3D-друку у виробництві персоналізованих медичних виробів.....	170
<i>Ужик М. О.</i> Використання методу електроміографії для діагностики тварин.....	171
<i>Федурця Ю. В.</i> Дозиметричний аналіз та використання біolumінесцентних амінокислот для точності доставки дози при лікуванні новоутворень голови та шиї.....	172
<i>Хіміч В. Г.</i> Використання порошкового 3D-друку для створення імплантатів із біосумісних матеріалів.....	173
<i>Чечель Т. О.</i> Алгоритм побудови 3D-моделі суглобів кисті.....	174
<i>Шевякова В. А.</i> Застосування графену в медичній практиці.....	175
<i>Шемет І. С.</i> Розробка апаратури радіометричної системи діагностики стану біологічних об'єктів.....	177
<i>Юрковець Р. О.</i> Використання 3D-друку у створенні протезів кінцівок: переваги та недоліки.....	178

СЕКЦІЯ 5. ІНТЕГРОВАНІ ПРОЦЕСИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ

179

<i>Войтенко В. С.</i> Проектування холодильної системи із застосуванням механізму виявлення витоків холодоагенту для забезпечення енергоефективності та екологічної безпеки.....	179
<i>Ворона Д. С.</i> Підвищення надійності та економічності компресорів.....	180
<i>Голубєва Д. О.</i> Кріогенні технології в холодильній обробці харчових продуктів: переваги та перспективи.....	181
<i>Єрмоленко Є. М.</i> Оптимізація циркуляції мастила в транскритичних холодильних системах.....	182

<i>Зоренко В. С.</i> Технологія субкритичної та транскритичної CO₂-екстракції рослинної сировини.....	183
<i>Козак А. К.</i> Розробка моделі котла на твердому паливі.....	184
<i>Манжос М. В.</i> Прогресивні технології зберігання фруктів та овочів.....	185
<i>Мольський О. С., Мольський С. М.</i> Застосування ежектора в конвенційній системі заморожування.....	186
<i>Сасімова І. А., Юрченко Я. Ю., Юрченко Ю. Ю.</i> Тепловий насос – інноваційна технологія опалення, що не шкодить довкіллю.....	187
<i>Стуков Д. П.</i> Переваги автоматизованих систем управління холодильними системами.....	188
<i>Товстик О. С.</i> Транскритичні холодильні системи з насосною циркуляцією: ефективні рішення для промислового холоду.....	189
<i>Толмачов О. В.</i> Інверторне регулювання для кондиціонера.....	190
<i>Халін Д. В.</i> Перспективи використання тригенераційних установок для утримання ВРХ у літніх таборах.....	191
<i>Яковенко Д. О.</i> Характерні несправності та вимоги безпеки під час обслуговування компресорів.....	192

Наукове електронне видання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ В АПК: НАУКОВІ ПОШУКИ МОЛОДІ

МАТЕРІАЛИ
ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

3 квітня 2025 р.

Зісповідальні за випуск:	<i>Ю.М. Хандола, О.О. Мірошник, О.В. Петренко, О.М. Жданович</i>
Комп'ютерна верстка:	<i>В. Пазій, В. Гузенко, М. Чорна, М. Смілик, С. Литвиненко</i>
Техн. редактор	<i>Л. Кротченко</i>

Підп. до друку 3.04.2025 р. Об'єм даних 17,1 Мб.

Державний біотехнологічний університет
Вул. Алчевських, 44, Харків, 61002