



**21-22 ТРАВНЯ
2025**

**Матеріали XX МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

«ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС В АПК»



**Факультет мехатроніки та інжинірингу
Державний біотехнологічний університет
ХАРКІВ, Україна**

Міністерство освіти і науки України
Державний біотехнологічний університет
Факультет мехатроніки та інжинірингу

МАТЕРІАЛИ
XX МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС В АПК»

21-22 травня 2025 року

<https://agromaster.info/science/conference>

Харків – 2025

Організаційний комітет:

Голова оргкомітету:

Михайлов Валерій Михайлович – проректор з наукової роботи ДБТУ, д.т.н., професор.

Члени міжнародного оргкомітету:

Sergiyenko Oleg – head of Applied Physics department of Engineering Institute of Baja California Autonomous University, Mexico, Ph.D., Dr.; **Viktorija Zagorska** – director of Plant Protection Institute “Agrihorta”, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia, Dr.sc.eng.; **Marcin Niemiec** – head of the research group at the Department of Agricultural and Environmental Chemistry, Faculty of Agriculture and Economics, University of Agriculture in Krakow, Poland, Dr. hab. Eng., professor; **Katarzyna Markowska** – Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Silesian University of Technology, Poland; **Mitko Nikolov** – Prof., Doctor of Technical Sciences, Angel Kanchev University of Ruse, Bulgaria.

Члени оргкомітету:

Серік Максим Леонідович – перший заступник голови оргкомітету, проректор з науково-педагогічної роботи ДБТУ, к.т.н., доцент; **Бредихін Вадим Вікторович** – заступник голови оргкомітету, декан ФМІ ДБТУ, д.т.н., доцент; **Антощенков Роман Вікторович** – заступник голови оргкомітету, голова науково-технічної ради ФМІ ДБТУ, завідувач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю ДБТУ, д.т.н., професор; **Адамчук Валерій Васильович** – директор Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України, головний учений секретар НААН України, академік НААН України, д.т.н., професор; **Шевченко Володимир Іванович** – завідувач відділу ДУ «НМЦ «Агроосвіта»; **Надикто Володимир Трохимович** – професор кафедри експлуатації та технічного сервісу машин Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН України, д.т.н., професор; **Клиаск Геннадій Олександрович** – директор ТОВ НВЦ «Консіма», м. Дніпро; **Колеснік Олексій Петрович** – директор ТОВ «Торговий дім ВАТ «ХТЗ», м. Харків; **Зубко Владислав Миколайович** – декан інженерно-технологічного факультету Сумського національного аграрного університету, д.т.н., професор; **Власовець Віталій Михайлович** – завідувач кафедри машинобудування Львівського національного університету природокористування, д.т.н., професор; **Калінін Євген Іванович** – завідувач кафедри тракторів і автомобілів Національного університету біоресурсів і природокористування України, д.т.н., професор; **Автухов Анатолій Кузьмич** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБТУ, д.т.н., професор; **Артьомов Микола Прокопович** – професор кафедри агроінженерії ДБТУ, д.т.н., професор; **Богомолів Олексій Васильович** – завідувач кафедри

обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв ДБТУ, д.т.н., професор; **Пак Андрій Олегович** – завідувач кафедри фізики та математики ДБТУ, д.т.н., професор; **Галич Іван Васильович** – заступник декана ФМІ, завідувач кафедри агроінженерії ДБТУ, к.т.н., доцент; **Марченко Михайло Валентинович** – заступник декана ФМІ, завідувач кафедри надійності та міцності машин і споруд імені В. Я. Аніловича ДБТУ, к.т.н., доцент; **Шевченко Ігор Олександрович** – завідувач кафедри тракторів і автомобілів ДБТУ, к.т.н., доцент; **Філімонов Юрій Леонідович** – завідувач кафедри глобальної економіки ДБТУ, к.е.н. доцент; **Кириченко Роман Васильович** – доцент кафедри агроінженерії ДБТУ, к.т.н., доцент; **Антощенков Віктор Миколайович** – доцент кафедри тракторів і автомобілів ДБТУ, к.т.н., доцент; **Никифоров Антон Олексійович** – ст. викладач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю, к.т.н.; **Міненко Софія Іванівна** – голова ради молодих вчених ДБТУ, доктор філософії з менеджменту, доцент.

Технічний прогрес в АПК: матеріали XX міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2025 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2025. 541 с.

Матеріали тез доповідей публікуються в авторському варіанті без редагування.

© Державний біотехнологічний університет
© Факультет мехатроніки та інжинірингу,
2025

ЗМІСТ

Пленарне засідання	26
Секція 1. ТРАКТОРНА ЕНЕРГЕТИКА, АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА ТЕПЛОЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	27
Аналіз впливу якості проведення то тракторів	28
Козлов Ю.Ю. молодший науковий співробітник	28
Шевченко І.О. к.т.н. доцент, Шубний В.В., Ткачук М.В. здобувачі ВО	28
Визначення граничного стану складових частин тракторів і автомобілів.	29
Мясушка М.С. науковий співробітник	29
Шевченко І.О. к.т.н. доцент, Пащенко Є.С. здобувач ВО	29
Фактори, що впливають на стійкість і якість керованого руху орного агрегату.....	31
Лебедева І.А. старший науковий співробітник	31
Шевченко І.О. к.т.н. доцент, Онацький Б.В., Попазов К.С. здобувачі ВО	31
Параметри надійності, що забезпечують функціональну стабільність тракторів та якість виконуваних технологічних процесів.....	33
Козлов Ю.Ю. здобувач ВО.....	33
Аналіз основних показників функціональної стабільності машино-тракторного агрегату.....	35
Козлов Ю.Ю. здобувач ВО, Шевченко І.О. к.т.н. доцент.....	35
Оцінка економічності та режимів роботи двигунів внутрішнього згорання	38
Коняєв Є.В., Бондарєв В.К. здобувачі ВО, Антощенков В.М. к.т.н. доцент ..	38
Поліпшення експлуатаційних показників мобільних засобів шляхом вдосконалення системи охолодження двигуна	40
Бондарєв В.К., Антонов Д.О. здобувачі ВО, Антощенков В.М. к.т.н. доцент	40
Адаптивна система управління випускного тракту двотактного двигуна.	42
Антонов Д.О., Коняєв Є.В. здобувачі ВО, Антощенков В.М. к.т.н. доцент ...	42
Модернізація трактора за рахунок удосконалення гальмівної системи.....	44
Євтушенко Б.Ю., Коняєв Є.В. здобувачі ВО, Антощенков В.М. к.т.н. доцент	44
Будова і принцип роботи сонячної електростанції	46
Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Безпалый О.Г., Ягодкіна Н.В. здобувачі ВО.....	46

Застосування сучасних інтелектуальних технологій у вдосконаленні гальмівної системи автомобіля КРАЗ-5233BE	50
Макаренко М.Г. доцент, Петренко А.В. здобувач ВО	50
Виробництво біогазу із стічних вод	54
Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Накрапленний О.Г. здобувач ВО	54
Впровадження інтелектуальних систем керування в МТА для зменшення впливу людського фактора та підвищення ефективності агротехнічних операцій	55
Макаренко М.Г. доцент, Калашник Є.А. здобувач ВО	55
Геотермальні джерела енергії	59
Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Бондарєв В.К. здобувач ВО	59
Дослідження маневрових якостей машинно-тракторних комбінованих агрегатів	61
Макаренко М.Г. доцент, Хейло В.О. здобувач ВО	61
Європейський досвід використання енергетики моря	65
Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Голуб І.В. здобувач ВО	65
Зниження рівня вібрацій в автомобілі	67
Ковтун І.О., Блезнюк О.В.	67
Інноваційні методи управління стічними водами. виявлення прихованих джерел енергії у стічних водах	69
Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Накрапленний О.Г. здобувач ВО	69
Інтелектуальна система регульованого наддуву як засіб підвищення динамічних характеристик дизельного двигуна трактора	70
Макаренко М.Г. доцент, Лобинський Д.Р. здобувач ВО	70
Підвищення енергоефективності роботи машинно-тракторних агрегатів.	74
Мироненко В.Г. д.т.н. професор, Жовтий О.С. аспірант	74
Оптимізація параметрів муфти зчеплення самохідного шасі з метою покращення динаміки перемикавання та зменшення зносу	76
Макаренко М.Г. доцент, Малий В.А. здобувач ВО	76
Офшорні вітряні електростанції	79
Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Дорошенко Т.О. здобувач ВО	79
Сервісне обслуговування технологічного обладнання відомчих заправних станцій підприємств	82
Доніч М.О., Отцовіч В.С. здобувачі ВО, Сорокін С.П. к.т.н. доцент	82

Поліпшення системи теплопостачання тваринницького приміщення за рахунок біогазової установки	86
Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Шиленко О.П. здобувач ВО	86
Біогаз – автомобільне паливо	88
Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Шиленко О.П. здобувач ВО	88
Підвищення тягово-зчіпних властивостей колісного трактора класу 1,4 шляхом встановлення в трансмісію трактора пружнодемпфіючого механізму.....	90
Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Опришко В.М. здобувач ВО	90
Опалення і вентиляція укриття з ознаками споруди подвійного призначення на території Малоданилівської громади Харківської області	92
Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Жук М.С. здобувач ВО	92
Підвищення ефективності роботи сонячної водонагрівальної установки у тваринницькому приміщенні	94
Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Шевченко А.І. здобувач ВО	94
Гальмування транспортного засобу двигуном в умовах низького зчеплення коліс з дорожнім покриттям.....	96
Манойло В. М., д.т.н. професор.....	96
Шевченко І.О. к.т.н. доцент	96
Козлов Ю. Ю. молодший науковий співробітник	96
Кошелєв А. І. здобувач ВО.....	96
Використання газомоторного палива на газодизельних автотракторних засобах.....	99
Манойло В.М., д.т.н. професор.....	99
Таран В.В. здобувач ВО.....	99
Гончаров С.В. аспірант, Шулаєв М.Є. аспірант.....	99
Теплоаккумулятор для твердопаливного котла.....	101
Єсіпов О.В., к.т.н. доцент, Ягодкіна Н.В. здобувач ВО	101
Удосконалення ходової системи трактора ХТЗ-170 як засіб покращення його тягових характеристик	103
Макаренко М.Г. доцент, Алієв Р.Е. здобувач ВО	103
Особливості вибору функціональних систем сучасних газодізілів для автотракторних засобів	106
Манойло В. М. д.т.н. професор, Гончаров С.В., Шулаєв М.Є. аспіранти, Стрижак Г.О., Гончаров М.Д. здобувачі ВО	106

Застосування механічного редуктора в системі живлення бензо-газового двигуна автотранспортного засобу.....	108
Манойло В.М. д.т.н. професор, Гончаров С.В., Шулаєв М.Є., аспіранти, Магазейчиков П.А, Старушко Б.В. здобувачі ВО	108
Макаренко М. Г., доцент	108
Використання електронного дозатору на «чисто» газовому двигуні для легкового транспортного засобу.....	111
Манойло В.М. д.т.н. професор, Гончаров С.В., Шулаєв М.Є. аспіранти, Яценко В.О., Яненко П.А. здобувачі вищої освіти.....	111
Підвищення якості використання мта при міжрядної обробки просапних культур	113
Шушляпін С.В. к.т.н. доцент, Цебенко Д.В. здобувач ВО	113
Покращення експлуатаційних показників орних агрегатів за рахунок автоматичного регулювання тягово-зчіпних властивостей трактора.....	114
Шушляпін С.В. к.т.н. доцент, Яковлев М.В. здобувач ВО	114
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО ДИЗЕЛЯ З ЕЛЕКТРОННИМ УПРАВЛІННЯМ.....	115
Магац М.І. к.т.н., доцент, Сукач О.М. к.т.н., доцент, Хімка С.М. к.т.н., доцент, Гошко З.О. к.т.н., доцент, Дуфанець І.Г. ст. викладач	115
Науменко О.А. к.т.н., професор	115
Секція 2. СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ ТА ІНЖЕНЕРІЯ ТВАРИННИЦТВА.....	119
Rola magazynowania energii w kontekście poprawy efektywności systemów oze	120
Taras Shchur, PhD.....	120
Adrian Marszałkowski	120
Доочищення насіння рису на вібраційній насіннєочисній машині	121
Михайлов А.Д., Абдуєв М.М. к.т.н. доценти, Дорошко Д.О., Лазебний М.В., Юристовський Р.В. здобувачі ВО	121
Сортування насіння рису на вібраційній насіннєочисній машині.....	123
Михайлов А.Д., Козій О.Б. к.т.н. доценти, Шестов К.Г., Попова А.В. здобувачі ВО.....	123
Якість сепарації насіння рису на вібраційній насіннєочисній машині при раціональних та випадкових параметрах	125
Михайлов А.Д., Бакум М.В., Крекот М.М. к.т.н. доценти, Дорошко Д.О., Лазебний М.В. здобувачі ВО.....	125

Визначення раціональних параметрів сепарації насіння рису на вібраційній насіннеочисній машині.....	128
Михайлов А.Д., Бакум М.В., Крекот М.М. к.т.н. доценти, Лазебний М.В., Дорошко Д.О. здобувачі ВО	128
Підвищення продуктивності решітних робочих органів шляхом удосконалення конструкції системи очистки решіт	130
Бакум М.В., Михайлов А.Д., Крекот М.М. к.т.н. доценти, Гула А.О., Красільник І.С. здобувачі ВО	130
Огляд конструкцій очисників плоских коливальних решіт насіннеочисних сепараторів.....	131
Бакум М.В., Крекот М.М. к.т.н. доценти, Сіняєва О.В. ст. викл., Езіхе Д.Ч., Подкопай О.Ю. здобувачі ВО	131
Інтенсифікація процесу сепарації насіннєвих матеріалів на решетах	133
Крекот М.М. к.т.н. доцент, Сіняєва О.В. ст. викл., Понеділок Б.А., Спасьонова В.Є. здобувачі ВО.....	133
Щодо удосконалення конструкції пневматичного сепаратора	135
Крекот М.М. к.т.н. доцент, Сіняєва О.В. ст. викл., Підгірний Д.Є., Фомичов О.В. здобувачі ВО.....	135
Результати розділення насіння дрібнонасіннєвих культур на віброрешітному сепараторі.....	137
Козій О.Б., Михайлов А.Д., Крекот М.М. к.т.н. доценти, Гриненко В.В., Голуб І.В. здобувачі ВО	137
Розробка конструкції машини для очищення насіння рицини	138
Алієв Е.Б. д.т.н. старш. дослідн., Головченко В.В. аспірант	138
Типи сошників і особливості їх будови на сучасних сівалках	141
Калнагуз О.М., Горовий М.В. ст. викладач, Хомищенко Д.В. здобувач ВО	141
Огляд сошників сівалок.....	144
Валюх Р.В. здобувач ВО, Калнагуз О.М. ст. викладач, Сіренко Ю.В. PhD. доцент	144
Переробка рідкого гною на добрива: сучасні технології та екологічна ефективність.....	146
Скляр Р.В. к.т.н. доцент, Скляр О.Г. к.т.н. професор.....	146
Аналіз роботи живильно-подрібнювального обладнання кормозбиральних комбайнів та їх вплив на якість кормів	148
Поліщук О.С. викладач.....	148

Дослідження ефективності нанесення пестицидів при зміні робочої швидкості обприскувача.....	150
Заєць М.Л. к.т.н. доцент, Дворський Д.П. здобувач ВО	150
Методика експериментальних досліджень дискових робочих органів на пружному стояку та регулятором жорсткості в ґрунтовому каналі.....	154
Козаченко О.В. д.т.н. професор, Волковський О.М. аспірант.....	154
Моделювання процесу розділення насіннєвої суміші гірчиці на гвинтовому сепараторі.....	156
Козаченко О.В. д.т.н. професор, Піх Є.О. аспірант, Кухарський С.В. здобувач ВО.....	156
Проектування машин для тваринництва	159
Сиромятников Ю.М. к.т.н., Сиромятніков П.С. доцент, Машталь В.В. здобувач ВО	159
Поширення плоских хвиль у зернистому шарі, що має ефект Рейнольдса	162
Нанка О.В. к.т.н. професор.....	162
Обґрунтування параметрів промислового вібраційного екстрактора перги	168
Белих О.В. аспірант.....	168
Перспективи розвитку технологій посіву зі змінною нормою	171
Соколік С.П. ст. викладач.....	171
Оцінка методів моніторингу та обладнання, що використовується при посіві зі змінною нормою	173
Соколік С.П. ст. викладач.....	173
Динамічна модель вимені корови за попарною роботою доїльного апарата	176
Заболотько О.О. к.т.н. доцент	176
Конструктивні особливості та ефективність застосування міжрядного культиватора Kverneland Onyx	178
Булига О.С., Гунько К.В., Дорошенко Т.О., Сліпцов О.Ю. здобувачі ВО, Кириченко Р.В. к.т.н. доцент	178
Використання відпрацьованих матів мінеральної базальтової вати як мульчувального матеріалу для підвищення ефективності вирощування картоплі.....	180
Мельник О.В. ¹ , д.с.н., ст.н.с., Кириченко Р.В. ² , к.т.н., доц., Бакум М.В. ² , к.т.н., доц., Лубченко О.В. ² , здобувач ВО ступеня доктора філософії.....	180

Результати досліджень впливу ущільнення борозни на схожість насіння озимої пшениці.....	184
Кириченко Р.В., к.т.н., доц., Лубченко Є.В., здобувач ВО ступеня доктора філософії, Вініченко Б.Е., Красін К.І. здобувачі ВО	184
Вплив дози і співвідношення органічних і мінеральних добрив на врожайність пшениці.....	189
Галич І.В. к.т.н. доцент, Лук'яненко О.В., Рева Ю.В. аспіранти.....	189
Секція 3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ	191
Методика перевірки математичної моделі повороту МТА на адекватність	192
Жокін І.О. аспірант, Надикто В.Т. д.т.н.....	192
Hydrogen as green fuel of the future in aircraft engines.....	194
Taras Shchur, PhD.....	194
Filip Sz wajca	194
Kamil Wittek	194
Вивчення механізму утворення колії під час руху колеса ґрунтом	196
Кіпенко О.Б. здобувач ВО, Артьомов М.П. д.т.н, професор	196
Енергетична ефективність та функціональна стабільність машин в експлуатації	199
Пушкарєнко О.Ю. аспірант, Артьомов М.П. д.т.н. професор	199
Тяговий тест тракторів John Deere з різними рушіями	201
Погорілий В.В., Муха В.В.	201
Кореляція між рівнем використання роботизованої сільськогосподарської техніки, розміром сільськогосподарських угідь та об'ємом отриманого врожаю в Канаді	203
Мельник В.І. д.т.н., Чигрина С.А. інж.	203
Сучасні методи дефектування колінчастих валів	206
Борак К.В. д.т.н. професор	206
Боровський В.М. ст. викладач, Мовчан К.В. здобувач ВО.....	206
Інноваційні підходи до підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів у точному землеробстві шляхом впровадження комбінованих машин	209
Макаренко Т.В.	209
Макаренко М.Г. доцент, Гармаш Д.О. здобувач ВО	209

Аналіз поведінки повітряного потоку в пневматичній системі сівалки блочного типу	213
Мельник В.І. д.т.н. професор, Зеленський А.П. аспірант	213
Аналіз прогнозування та оцінки розподілу насіння та рослин в рядку за результатами висіву.....	215
Мельник В.І. д.т.н. професор, Зеленський О.П. аспірант	215
Покращення експлуатаційних показників дизельного пального шляхом модифікації його складу.....	218
Голубев Р.М. аспірант, Скляр О.Г. к.т.н. професор.....	218
Підвищення рівномірності розподілу зернового вороху в зоні пневмосепарації за допомогою живильника зі ступінчастою скатною поверхнею.....	220
Хворост О.Г. к.т.н. доцент, Філіпась О.В. здобувач ВО	220
Забезпечення ефективності збиральних робіт обчісувальними жниварками	222
Пахучий А.М. к.т.н. доцент, Дьяконов С.О. к.т.н. доцент	222
Технології використання обчісної соломи	226
Пахучий А.М. к.т.н. доцент.....	226
Обґрунтування деяких елементів агротехніки з протиерозійними заходами обробітку ґрунту	229
Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Акіншин І.Е. здобувач ВО	229
Вплив коефіцієнта повторності перевезень на загальний обсяг транспортних робіт	231
Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Романащенко О.А. доцент, Акіншин Д.Е. здобувач ВО	231
Використанням GPS навігації при обґрунтування транспортних маршрутів	233
Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Лисенко І.О. здобувач ВО	233
Використання вантажопідйомності транспортних засобів під час перевезення врожаю.....	235
Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Плужник О.В. здобувач ВО.....	235
Зменшення собівартості транспортних робіт при виконанні річного плану перевезень	237
Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Лещенко П.Ю. здобувач ВО.....	237

Результати лабораторно-польових досліджень машини для внесення твердих органічних добрив	239
Хоменко С.М. к.т.н., Герук С.М. к.т.н. доцент с.н.с.....	239
Оптимізація збирання: операційно-технологічні аспекти передзбиральної десикації посівів соняшнику	244
Барабаш Г.І. к.т.н. доцент.....	244
Проблеми і перспективи розвитку транспортних та транспортно-технологічних агрегатів	246
Шуляк М.Л. д.т.н. професор.....	246
Робота трактора в динамічному просторі функціонування	248
Шуляк М.Л. д.т.н. професор, Лебедев А.Т. д.т.н. професор.....	248
Технологічні операції при зберіганні насіння соняшнику: оптимізація для ефективного агровиробництва	250
Барабаш Г.І. к.т.н. доцент.....	250
Шляхи поновлення родючості ґрунту в Україні в післявоєнний період ...	252
Романашенко О.А. доцент, Романашенко І.О. аспірантка.....	252
Застосування агротехнологій з метою збереження і покращення ґрунтових ресурсів	255
Романашенко О.А. доцент, Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Д'яконов С.О. к.т.н. доцент, Романашенко І.О. аспірантка.....	255
Енергетична ефективність та функціональна стабільність машин в експлуатації	257
Пушкаренко О.Ю. аспірант, Артьомов М.П. д.т.н. професор	257
Огляд технічних особливостей робочих органів сівалок для технології NO-TILL та їх використання.....	260
Д'яконов С.О. к.т.н., Пахучий А.М. к.т.н., Якунін О.О. здобувач ВО	260
Управління технічним станом машин	264
Варяниця В.А., Постнов І.Д. здобувачі ВО, Анікеєв О.І. к.т.н. доцент.....	264
Обґрунтування кількісного складу тракторного парку умовного господарства	265
Анікеєв О.І. к.т.н. доцент.....	265
Адаптація енергонасичених тракторів в умовах аграрного виробництва	268
Ген І.О. здобувач ВО, Артьомов М.П. д.т.н. професор.....	268
Внесення рідких добрив за технологією «CULTAN»	270
Калюжний О. Д. к.т.н. доцент.....	270

Обґрунтування конструкції пневматичного розкидника мінеральних добрив	272
Артьомов М.П. д.т.н. професор, Калюжний О. Д. к.т.н. доцент	272
Секція 4. МЕХАТРОНІКА, БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ.....	275
Підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів застосуванням активного електричного приводу коліс причіпних машин.....	276
Кісь О. В., асп.; Задорожний В. П., асп.....	276
Аналіз способів керування перемиканням передач в коробці передач з гідروпіджимними муфтами трактора	278
Задорожний В. П., асп.....	278
Аналіз впливу коливання рами трактора на колеса та ущільнення ґрунту	280
Світличний О. В., асп.....	280
Використання нейронних мереж для визначення крутних моментів на колесах сільськогосподарського агрегату.....	282
Сміцков Д. С., асп.....	282
Покращення якості оранки орним агрегатом.....	285
Шаповал В. В., асп.	285
Забезпечення ефективної експлуатації машинно-тракторного агрегату покращенням динаміки причіпної машини	287
Слуцький І. К., Коршунов А. М. здобувачі ВО.....	287
Забезпечення підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки розробкою мехатронної системи контролю динаміки	289
Коршунов А. М., Чигир М. А. здобувачі ВО	289
Зниження динамічних навантажень сільськогосподарської техніки розробкою мехатронної системи контролю нахилу	292
Чигир М. А., Зеленько В. О. здобувачі ВО.....	292
Розробка мехатронної системи контролю швидкості обертання для покращення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки	294
Зеленько В. О., Усенко Д. О. здобувачі ВО.....	294
Розробка мехатронної системи контролю радіусу колеса для підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки.....	297
Усенко Д. О., Усенко Я. Д. здобувачі ВО.....	297

Розробка мехатронної системи визначення сили в механізмі навіски для підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки	299
Усенко Я. Д., Хижа М. П. здобувачі ВО.....	299
Розробка навантажувального пристрою на трактор для покращення ефективності навантажувальних робіт	302
Хижа М. П., Тризна Д. С. здобувачі ВО	302
Розробка системи попередження перекидання для покращення стійкості колісного трактора	304
Тризна Д. С., Шамчук І. О. здобувачі ВО.....	304
Підвищення стійкості машинно-тракторного агрегату при роботі на схилах	306
Шамчук І. О., Копилов Д. В. здобувачі ВО	306
Розробка мехатронного приводу робочих органів машинно-тракторного агрегату	309
Копилов Д. В., Діденко О. О. здобувачі ВО	309
Покращення експлуатаційних показників автомобільної техніки розробкою мехатронної системи контролю та керування швидкістю	311
Діденко О. О. здобувач ВО	311
Підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторного агрегату покращенням динаміки причіпної сільськогосподарської машини	314
Куліш В. В., Храмцов Л. В. здобувачі ВО.....	314
Підвищення ефективності експлуатації повнопривідного колісного трактора розробкою електричного приводу	316
Храмцов Л. В., Куліш В. В. здобувачі ВО.....	316
Сучасні методи стандартизації в Україні та їх застосування в аграрному секторі	319
Заєць В.О. здобувач ВО, Никифоров А.О. к.т.н.....	319
Функції управління якістю в аграрній сфері	321
Лісняк М.Л. здобувач ВО, Никифоров А.О. к.т.н.....	321
Аналіз і підбір шпонкових з'єднань для валів сільськогосподарських машин	323
Шкиря В.О. здобувач ВО, Никифоров А.О. к.т.н.	323
Вплив динаміки повітря на якість розділення насіннєвих сумішей, які сепаруються на віброврижційному сепараторі	325
Гавріков Б.О. здобувач ВО, Никифоров А.О. к.т.н.	325

Розробка та дослідження алгоритму прискореної ідентифікації в системі керування випарною установкою на цукровому заводі.....	327
Ляшенко С.О. д.т.н. професор, Фесенко А.М. ст. викладач	327
Синергія екологічного моніторингу та систем безпеки праці на підприємствах України	331
Ляшенко С.О. д.т.н. проф., Фесенко А.М.	331
Сучасні проблеми оцінки та прогнозування радіаційної обстановки в умовах надзвичайної ситуації	335
Попко С.О. здобувач ВО, Черепньов І.А. к.т.н. доцент	335
Кошмал В.В., Голуб О.М. курсанти, Макогон О.А. к.т.н. доцент	335
Техніка безпеки при отриманні бджолоїної отрути	338
Бабарика І.Г., к. с.-г. н. доцент.....	338
Удосконалення процесу випуску продукції системи управління якістю ФОПів з виробництва кондитерських виробів	341
Онiкiєнко М. О. студ.; Лук'яненко В. М. к.т.н. доцент	341
Оцінка наслідків застосування боєприпасів зі збідненим ураном на організм людини і навколишнє середовище.....	344
Богомол Д.С. здобувач ВО, Черепньов І.А. к.т.н., доцент.....	344
Клочко С.І. здобувач ВО	344
Красношарпа Ю.В., Вельможний С.В.....	344
Certain issues on improving fire safety of premises for sheltering the population during military operations.....	347
Svyatoslav Klochko.....	347
Аналіз компетенцій сучасного фахівця в області пожежної безпеки	349
Колокольніков В.О. студент, Черепньов І.А. к.т.н., доцент	349
Макогон О.А., к.т.н., доцент	349
Інтеграція мехатронних систем у віброочисні машини для підвищення стійкості та енергоефективності.....	352
Галич І.В. к.т.н. доцент, Рева Ю.В., Лук'яненко О.В. аспіранти	352
Секція 5. ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ.....	354
Solving problems of layout synthesis of technical systems.....	355
D. Levkin ¹ , O. Zavgorodniy ² , Ya. Kotko ³	355
Mathematical model for reliability analysis of power equipment with control actions	357
Smetankina N.V. Doctor of Technical Sciences, Professor.....	357

Mathematical modeling of structure behavior under random loading	360
Smetankina N.V. Doctor of Technical Sciences, Professor,.....	360
Sychova T.O. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, ...	360
Sychov A.I. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, ...	360
Mathematical modeling of cylindrical shell vibrations with consideration of temperature fields.....	362
Smetankina N.V., Doctor of Technical Sciences, Professor.....	362
Misiura Ie.Yu., PhD in Technics, Associate Professor.....	362
Misiura S.Yu., PhD in Technics, Associate professor	362
Застосування моделей з матричним описом та метод їх порівняння	364
Качан А.Р., Волошко Д.О. здобувачі ВО	364
Методика дослідження процесу сорбції-десорбції під час зберігання харчової продукції.....	366
Пак А.В., к.т.н., доц.....	366
Пак А.О., д.т.н., проф., Онищенко В.М., д.т.н., доц.	366
Аналіз умов вібраційного переміщення.....	370
Пак А.О. д.т.н. професор, Сіняєва О.В. ст. викл, Крекот М.М. к.т.н., доц., Завгородній О.І. д.т.н. професор, Голуб І.В. здобувач ВО	370
Секція 6. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СЕРВІСНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ.....	373
Вдосконалення існуючих методик обґрунтування інвестиційного впровадження новітніх технологій виготовлення та відновлення технічних об'єктів в сервісній інженерії	374
Бантковський В.А. доцент, Обихвіст В.С., Данилко Л.Ю. здобувачі ВО	374
Конструктивні особливості та матеріали робочих органів екскаваторів .	378
Борак К.В. д.т.н. професор	378
Умінський О.В. аспірант	378
Спосіб виготовлення пористих фільтрувальних елементів на основі політетрафторетилену збільшеної висоти методом контрольованого спікання	381
Калюжний О.Б. к.т.н. доцент, Конопля Є.М., Стасенко І.М. здобувачі ВО .	381
Математична модель залежності мікротвердості структурних складових термооброблених гетерогенних сплавів	383
Клочко О.Ю. д.т.н., професор, Воронов О.С. аспірант, Левченко О.С., Ремень В.О. здобувачі ВО	383

Аналітичний підхід до дослідження структури металів та сплавів на основі металографічних зображень.....	385
Клочко О.Ю. д.т.н. професор, Воронов О.С. аспірант, Літвінов В.А., Максимчук В.О. здобувачі ВО.....	385
Неоднорідність наплавленого та основного шару при відновленні колінчастих валів під шаром флюсу	387
Корчуганов В.А. здобувач ВО, Рибалко І.М. д.т.н. доцент	387
Нові підходи в системі технічного сервісу у молочному скотарстві.....	390
Скляр О.Г. к.т.н. професор, Скляр Р.В. к.т.н. доцент, Болтянський Б.В. к.т.н. доцент	390
Технологія відновлення статора занурювальних електродвигунів.....	392
Шевчук О.М. здобувач ВО, Тіхонов О.В. к.т.н. доцент	392
Ерозія хромовмістних електродів та формування поверхневих шарів при електроіскровій обробці	394
Мартиненко О.Д. к.т.н. доцент, Лисенко С.В. ст. викладач, Кальченко М.С. здобувач ВО	394
Розширення спектру застосування технології індукційної термообробки металів у машинобудуванні	398
Автухов А.К. д.т.н. професор, Карпенко В.С. аспірант	398
Використання заевтектоїдних сталей для виготовлення деталей, що працюють в умовах високих температур.....	401
Борисенко О.С. аспірант.....	401
Вплив вакуумування на основні показники якості робочого шару двохшарових хромонікелевих валків виконання ЛПХНД.....	402
Автухов А.К. д.т.н. професор, Ковалевський Є.В. аспірант.....	402
Дослідження і прогнозування підвищення ресурсу чавунних і сталевих прокатних валків.....	404
Корнєв О.С. аспірант	404
Відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки електроконтактним приварюванням стрічки	405
Мулярчук В.О. здобувач ВО	405
Особливості технічного сервісу тракторів John Deere	406
Савченко В.М. к.т.н. доцент, Боровський В.М. ст. викладач, Вазінський М.Ю., Дубінін Д.Ю. здобувачі освіти.....	406

Напрями забезпечення ремонтпридатності причіпних змішувачів-кормороздавачів	409
Новицький А. В., к.т.н., доц., Ружи́ло З. В., к.т.н., доц.	409
Секція 7. ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ	411
Аналіз проблем застосування мехатронних засобів контролю якості суміші відходів.....	412
Мельник С.М., здобувач наукового ступеню доктора філософії.....	412
Кошулько В.С. к.т.н. доцент, завідувач кафедри харчових технологій	412
Мельник М.М. технічний директор	412
Modeling of a static mixer in biotechnology production	416
Shevchenko Andrii ¹ , Prasol Svitlana ¹ , Dolomakin Yurii ² , Babanova Olena ²	416
Аналіз методів післязбиральної обробки ячменю	419
Дерев'я́нко Д.А. д.т.н. професор, Куликівський В.Л. к.т.н. доцент, Гадзін В.В. здобувач ВО	419
Обґрунтування способу визначення коефіцієнтів тертя кочення та приладу для його здійснення.....	423
Богомолов О.В. д.т.н. професор, Михайлов В.М. д.т.н., професор, Богомолов О.О., Бойко Е.В. аспіранти	423
Модернізація колони ректифікації спирту	426
Михайлов В.М. ¹ д.т.н. професор, Шевченко А.О. ¹ к.т.н. доцент, Бабанова О.І. ² ст. викладач, Петенко В.В. ² здобувач ВО	426
Модернізація автоклаву для стерилізації м'ясних консервів	429
Шевченко А.О. ¹ к.т.н., доцент, Бабанова О.І. ² , Беседа С.Д. ² ст. викладачі, Куві́та Д.Б. ² здобувач ВО	429
Дослідження сушіння зерна пшениці в шахтній зерносушарці.....	431
Богомолов О.В. д.т.н. професор, Гурський П.В. к.т.н. професор, Іващенко С.Г. к.т.н. доцент, Бочарніков І.О., Бойко Є.В., аспіранти	431
Модернізація печі для виробництва хлібобулочних виробів	433
Шевченко А.О. ¹ к.т.н. доцент, Косточка О.Д. ¹ здобувач ВО, Михайлов Б.В. ² , викладач, Бабанова О.І. ³ ст. викладач.....	433
Вдосконалення апаратів для теплової обробки харчових продуктів ІЧ-випромінюванням	436
Лебединець І.В. к.т.н. доцент.....	436

Дослідження впливу питомої потужності іч-випромінювання на ефективність сушіння ріпаку.....	438
Браславець В.М. здобувач ВО, Гурський П.В. к.т.н. професор, Іващенко С.Г. к.т.н. доцент	438
Дослідження впливу інтенсивного замісу на структурно-механічні характеристики тіста.....	440
Мудраченко С.С. здобувач ВО, Гурський П.В. к.т.н. професор	440
Дослідження впливу приросту температури фаршу на тривалість куттерування м'яса	442
Щепілов І.О. здобувач ВО, Гурський П.В. к.т.н. професор.....	442
Енергоефективні способи переробки плодово-ягідної сировини для виготовлення функціональних кондитерських виробів	444
Михайлов В.М. д.т.н. професор, Загорулько О.Є. к.т.н. доцент, Загорулько А.М. к.т.н. доцент, Громов О.Є. аспірант.....	444
Обґрунтування параметрів процесу сепарації насіння проса на гравітаційному фрикційному сепараторі.....	446
Богомолов О.В. д.т.н. професор, Михайлов В.М. д.т.н. професор, Богомолов О.О., Панов В.О. аспіранти.....	446
Очищення та сортування насіння кропу.....	448
Богомолов О.В. д.т.н., професор, Ірклієнко В.І. к.т.н., Бочарніков І.О. аспірант	448
Алферов О.І., д.т.н., проф.....	448
Технології та інновації в аграрному секторі України: проблеми та перспективи.....	451
Карпенко Л.К. к.т.н. доцент, Богомолов О.В. д.т.н., професор, Бредихін В.В. д.т.н. професор, Денисенко С.А. к.т.н. доцент.....	451
Лабораторні дослідження процесу вібропневмоімпульсного поділу насіння	454
Степаненко С. П. д.т.н., с.н.с.....	454
Волик Д. А. аспірант	454
Аналіз і перспективи застосування мембранних технологій в обробці соків на підприємствах харчової галузі	457
Дейниченко Г.В., д.т.н. професор, Дмитревський Д.В. к.т.н. доцент, Гончар Д.О. аспірант, Піддубний О.А, Лавренюк В.В. здобувачі ВО	457
Рослинні екстракти як інгібітори корозії обладнання харчових виробництв	460
Савченко О. М.	460

Богомолів О. В.	460
Сиза О. І., Корольов О. О., Лапицька Н. В.	460
Удосконалення дифузійного апарату нахиленого типу	464
Піхтерев Р.С., студент, Люлька Д.М., к.т.н., доцент	464
Секція 8. Надійність і міцність механічних систем та будівництво в АПК	466
Вплив мікронаповнювачів техногенного походження на адгезію сумішей для підлог	467
Шептун С.Ю. к.т.н. ст. викладач	467
Дослідження процесу дозування сипких кормів в тваринництві решітчастим дозуючим пристроєм	469
Сотніков Д.О., Погорілий А.Л. здобувачі ВО, Семенцов В.В. к.т.н. доцент, Семенцов В.І. к.т.н. доцент	469
Композиційний та геометричний центр	473
Спіра Д. здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент	473
Використання Autodesk Inventor у контексті індустрії 4.0: підвищення ефективності та інноваційності виробництва	476
Солодовник Е.В. здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент.....	476
3D-моделювання та створення деталей	477
Лаптії І.Р здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент	477
Золотий перетин. Спіраль Архімеда.....	478
Халенко А. здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент	478
Шрифтова композиція	480
Кучерявий М.В. здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент.....	480
Секція 9. АРХІТЕКТУРА СУЧАСНОГО УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА	482
Брати Тимошенки: подорож у минуле української інженерної науки.....	483
Акмен І.Р., к. арх.	483
Сучасні туристичні комплекси при історичних пам'ятках. Україна та Європа.....	487
Рябушина І.О. канд. арх. доцент, Меренкова А.Р. здобувач ВО.....	487
Архітектурна трансформація сільських територій України на засадах енергоефективності.....	490
Чайка Т.О. к.е.н.....	490
Рациональність реконструкції будівель і споруд.....	494
Масленнікова В.В. к.е.н. доцент.....	494

УНІВЕРСАЛЬНА	ВИРОБНИЧА	БУДІВЛЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА МАТЕРІАЛІВ..... 497		
Гопцій О.Б., к. ек. н., доц..... 497		
Секція 10. Технологічний та економічний розвиток аграрного сектора економіки 499		
Застосування роботизованих засобів в агропромисловому комплексі України 500		
Добранський С.С., Бучко І.О. 500		
Можливості розвитку технологій агровольтаїки у північно-західному поліському регіоні 501		
Жадько О.А. асистент, Федонюк В.В. к. геогр. н., доцент 501		
Огляд сучасних конструкцій тепличних комплексів 504		
Міненко С.В. к.т.н. доцент, Туринський Д.В., Чумальчук А.Р., Яременко А.Л. здобувачі освіти..... 504		
Особливості гідропонної технології промислових "Салатних" ліній 508		
Савченко	В.М.	к.т.н. доцент,
Гетьман В.О., Гулюк Я.В., Макарчук О.О. здобувачі освіти 508		
Економічний розвиток аграрного сектору України в умовах війни..... 512		
Ткаченко С.Є. к.е.н. доцент кафедри глобальної економіки 512		
Аналіз активності клієнтів компанії по закупівлі запасних частин..... 514		
Вітковський М.Ю. здобувач ВО, Науменко О.А. професор..... 514		
Складові економічної безпеки підприємства в ринкових умовах..... 518		
Гармаш П.Г. здобувач ВО, Вітковський Ю.П. д.е.н. професор..... 518		
Актуальність розвитку циркулярної економіки в сучасних умовах України 522		
Мещеряков В.Є. к.е.н. доцент, Гарькава М.А. студентка 522		
Сутність та складові економічного потенціалу підприємства..... 526		
Сапарай Я.В. здобувач ВО, Вітковський Ю.П. д.е.н. професор..... 526		
Світовий рейтинг цифрової конкурентоспроможності 529		
Семперович І.В. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, Антощенко В.В. д.е.н. професор..... 529		
Рейтинг України у глобальному індексі інновацій 533		
Пересада М.О., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, Антощенко В.В. д.е.н. професор..... 533		

Сутність інноваційної діяльності підприємства	536
Гапанюк М.Д., здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський), Антощенко В.В. д.е.н. професор	536
Основні напрями соціальної відповідальності суб'єктів господарювання в умовах воєнного стану	538
Денисенко А.А. здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський), Антощенко В.В. д.е.н. професор	538
Технологічний розвиток як економічна необхідність аграрного бізнесу ..	541
Дейнега М.В. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, Антощенко В.В. д.е.н. професор	541
Технологічний розвиток аграрного сектора економіки	545
Глянь Т.І. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, Антощенко В. В. д.е.н., проф.	545
Ключові аспекти господарської діяльності АТ «Українські енергетичні машини» в умовах воєнних дій	548
Алефіренко А.А. здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський), Антощенко В.В. д.е.н. професор	548
Інтелектуалізація післязбиральних ліній обробки зерна як фактор підвищення економічної ефективності агропідприємств	552
Галич І.В. – к.т.н, Рева Ю.В., Лук'яненко О.В. аспіранти	552
Бізнес-моделі циркулярної економіки та їх значення для аграрного сектору України	553
Мельник В.І., к. ек. н., доц., Лісецький В. О., к. т. н., доц., Ковратовський О.В., здобувач ВО	553

Привітальне слово учасникам міжнародної науково-практичної конференції в. о. ректора ДБТУ, кандидата технічних наук Кудряшова Андрія Ігоровича



Шановні колеги, науковці, аспіранти та здобувачі вищої освіти!

Від імені ректорату, всього науково-педагогічного складу Державного біотехнологічного університету мені приємно вітати вас із відкриттям щорічної, XX міжнародної науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПК».

Це вже стало традиційним, що наші науковці проводять конференцію для обговорення результатів проведеної науково-дослідної роботи.

В рамках цього заходу відбувається ознайомлення науковців та фахівців машинобудівних та сільськогосподарських виробництв з

сучасними досягненнями вчених Державного біотехнологічного університету та інших закладів вищої освіти України та наукових установ.

Науково-практична конференція створює умови для поглиблення співпраці між інженерами та науковцями з проблемних питань агропромислового виробництва. Конференція є майданчиком для конструктивного діалогу, спрямованого на виявлення сучасних тенденцій та інноваційних підходів в галузі сільськогосподарського виробництва. Результатами такого заходу є узагальнення накопиченого досвіду та формування перспективних напрямів досліджень.

Маю надію, що дискусія між учасниками заходу надасть поштовх для формування інноваційних ідей та інтенсивного креативного розвитку в галузі агропромислового виробництва.

Бажаю Вам мирного неба, доброго настрою, реалізації ваших планів і успіхів, високих досягнень, професійного розвитку та плідної співпраці!

Здоров'я Вам та благополуччя!

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

1. Filip Sz wajca, candidate of technical sciences, Poznań University of Technology, Poland; **Kamil Wittek** – master, Silesian University of Technology, Katowice, Poland

Hydrogen pre-chamber combustion system for high thermal efficiency and low emissions

2. Надикто Володимир Трохимович, професор кафедри експлуатації та технічного сервісу машин Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН України, д.т.н., професор

Концепція діяльності ЗВО у контексті програми Індустрія 4.0

3. Савченко Олеся Миколаївна, доцент кафедри хімії, технологій та фармації Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, к.т.н., доцент, докторант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв ДБТУ

Рослинні екстракти як інгібітори корозії обладнання харчових виробництв

4. Акмен Інна Робертівна, доцент кафедри надійності та міцності машин і споруд ім. В.Я. Аніловича ДБТУ, канд. арх.

Брати Тимошенки: Подорож у минуле української інженерної науки

5. Волковський Олександр Михайлович, аспірант кафедри агроінженерії ДБТУ

Експериментальні дослідження пружного стояка дискатора з регулятором жорсткості

6. Курілко Дмитро В'ячеславович, аспірант кафедри тракторів і автомобілів Національного університету біоресурсів і природокористування України

Підвищення ефективності експлуатації вантажного автомобіля при русі в колоні

Секція 1

**ТРАКТОРНА ЕНЕРГЕТИКА,
АВТОМОБІЛЬНИЙ
ТРАНСПОРТ,
АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА
ЕНЕРГІЇ ТА
ТЕПЛОЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

УДК 631.372

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЯКОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ТО ТРАКТОРІВ

Козлов Ю.Ю. молодший науковий співробітник

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Шевченко І.О. к.т.н. доцент, Шубний В.В., Ткачук М.В. здобувачі ВО

Держаний біотехнологічний університет

Підтримка сільськогосподарських тракторів в стані постійної готовності до роботи, особливо в умовах недостатньої технічної оснащеності, значною мірою визначає успіх виробничої діяльності сільськогосподарського підприємства будь-якої форми власності

При технічному обслуговуванні тракторів майстрами-наладчиками порівняно з рядовою експлуатацією зростає річне завантаження на 16-100% і напрацювання на 14-83%, підвищується коефіцієнт технічної готовності на 23-53%. Необхідно відзначити, що із збільшенням терміну служби трактора ефект технічного обслуговування зростає. Наприклад, для тракторів терміну служби 7-8 років, що обслуговуються майстрами-наладчиками, коефіцієнт технічної готовності порівняно з тракторами терміну служби до 4-х років зменшується в 1,5 рази, а для тракторів терміну служби 9-11 і 12-14 років – в 1,3 рази. Дана закономірність зберігається і для тракторів при ТО в рядовій експлуатації [1].

При ТО тракторів майстрами-наладчиками, при якому виконується повнооб'ємне і якісне технічне обслуговування, знижується вплив терміну служби тракторів на ресурс їх безвідмовної роботи. Наприклад, при ТО майстрами-наладчиками трактори терміну служби 12-14 років мають приблизно однаковий коефіцієнт технічної готовності порівняно з тракторами терміну служби 7-8 років при ТО в рядовій експлуатації.

Практика функціонування даних сільськогосподарських підприємств в останні 12-15 років свідчить про кризову ситуацію в питаннях технічної готовності сільськогосподарської техніки, в першу чергу тракторів, до проведення механізованих робіт у встановлені агротехнічні терміни. Це в основному визначає актуальність досліджень у напрямі підвищення надійності тракторів в рядовій експлуатації.

Таким чином можна зробити висновок, що при технічному обслуговуванні тракторів майстрами-наладчиками знижується вплив терміну служби на ресурс їх безвідмовної роботи. В даному випадку трактори терміну служби 12-14 років мають приблизно однаковий коефіцієнт технічної готовності порівняно з тракторами терміну служби 7-8 років при ТО в рядовій експлуатації.

Список використаних джерел

1. Кухтов В.Г. Довговічність деталей шасі колісних тракторів. Х.: ХНАДУ, 2004. 292 с.

УДК 629.114.2

ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО СТАНУ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ

Мясушка М.С. науковий співробітник

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Шевченко І.О. к.т.н. доцент, Пащенко Є.С. здобувач ВО

Держаний біотехнологічний університет

Проблема забезпечення технічного стану тракторів і автомобілів в експлуатації є комплексною, залежною від різноманіття числа експлуатаційних факторів. Тому є потреба в дослідженні динаміки параметрів тракторів і автомобілів, що характеризують їх технічний стан, працездатність, можливість забезпечення вимог до умов праці тракториста або водія в процесі всього періоду експлуатації тракторів і автомобілів.

Як відомо, при роботі трактор або автомобіль взаємодіє з навколишнім середовищем, складові частини й складальні одиниці трактора взаємно діють між собою. Причому їхня взаємодія характеризується різними фізичними величинами – конструктивними параметрами. Такими є геометричні розміри, взаємне розташування й переміщення деталей, зазори, неоднорідність деталей, що сполучають тощо. Природно, що технічний стан трактора або автомобіля буде визначатися сукупністю властивостей, що змінюються, які характеризуються поточним значенням конструктивних параметрів. Прикладами таких параметрів для двигуна, є розміри деталей циліндропоршневої групи й кривошипно-шатунного механізму; для гальм – гальмові накладки й барабани) тощо. Безпосередній вимір цих і інших подібних параметрів без часткового або повного розбирання агрегатів і механізмів звичайно обмежений. У таких випадках виникає необхідність використати непрямі величини, так звані діагностичні параметри, які деякою мірою залежать від конструктивних параметрів і можуть дати досить повну картину про їхній стан. Так, технічний стан двигуна можна оцінити по показниках зміни потужності, вигару масла в картері дизеля, вмісту продуктів зношування в маслі тощо.

Оцінка технічного стану трактора або автомобіля дозволить вчасно застосувати ті або інші заходи профілактичного впливу й попередити порушення його працездатного стану. Однак у практиці не завжди вдається, з ряду причин, вимірювати ті або інші параметри, але знання закономірності їхньої зміни дозволить одержати повну інформацію про їхній стан у будь-який момент або відрізок часу [1].

Всі деталі трактора або автомобіля, як і будь-якої механічної системи, по характеру роботи можна розділити на дві групи: деталі, що мають власний граничний стан або граничне значення зношування (перевищення цього значення може викликати поломку деталі); деталі, що утворюють сполучення,

граничний стан якого визначають значенням зазору між ними.

Допустимі граничні зміни вихідних параметрів призначають для трактора або автомобіля в цілому (потужність, продуктивність тощо) і для його складових частин, що представляють собою самостійні конструктивні складальні одиниці (наприклад, двигун).

Разом з тим для забезпечення необхідних нормативно-технічних показників необхідно знати гранично припустимі значення параметрів всіх тих елементів, від яких залежить працездатність трактора або автомобіля. Наприклад, працездатність і ресурс деталей циліндропоршневої групи дизеля обмежені граничною витратою картерного масла, а деталей кривошипно-шатунного механізму – падінням тиску в мастильній системі нижче припустимого по технічних умовах тощо. Однак при відновленні працездатності циліндропоршневої групи, кривошипно-шатунного механізму й інших систем і деталей необхідно знати граничні значення параметрів всіх вхідних у ці системи елементів з метою їхньої заміни й відновлення працездатності. Граничні зноси і зазори – головні параметри, що визначають необхідність вибракування й можливість розрахунку залишкового ресурсу деталей і їхніх сполучень безпосередньо в господарствах у процесі експлуатації тракторів і автомобілів. У результаті оцінки цих параметрів може прийматися рішення про постановку тракторів або автомобілів на капітальний ремонт.

За допомогою технічних ознак (критеріїв) визначають граничний стан систем, агрегатів і складальних одиниць, при якому доремонтний або міжремонтний ресурс складальної одиниці вважають вичерпаним, а ремонт – капітальним. При втраті працездатності складових частин, що не позначає їхній граничний стан, необхідно або усунути наслідку відмови, або виконати поточний ремонт. Однією з умов постановки трактора або автомобіля на капітальний ремонт може бути необхідність проведення капітального ремонту або двигуна, або одного з агрегатів трансмісії (наприклад, коробки передач або одного із ведучих мостів), або якої-небудь складової частини (рами, двигуна в комплекті, кабіни в зборі, рульового механізму з гідروпідсилювачем або гідравлічною системою). В таких випадках стан трактора або автомобіля можна вважати граничним. Слід зазначити, що в процесі експлуатації граничний стан трактора або автомобіля (його складальних одиниць) настає стільки разів, скільки разів виникає ресурсна відмова. Також воно залежить від ремонтів, яким був підданий трактор або автомобіль протягом його терміну служби.

Один з найпоширеніших видів відновлення втраченої працездатності – регулювання паливних насосів, зазорів у клапанному механізмі і штовхачах, зазорів елементів ходової системи, зчеплення тощо. Проведення регулювальних робіт дозволяє відновити працездатність трактора або автомобіля, причому залишковий ресурс регульованої складової частини буде не нижче, ніж до проведення регулювання.

Список використаних джерел

1. Гайдучкий П.І., Лобас М.Г. Відродження МТС (організація машинно-технологічних станцій в ринкових умовах). К., 1997. 508 с.

УДК 631.3.62

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТІЙКІСТЬ І ЯКІСТЬ КЕРОВАНОГО РУХУ ОРНОГО АГРЕГАТУ

Лебедєва І.А. старший науковий співробітник

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Шевченко І.О. к.т.н. доцент, Онацький Б.В., Попазов К.С. здобувачі ВО

Держаний біотехнологічний університет

На підставі досвіду дослідження динамічних властивостей колісних машин необхідно забезпечити взаємоузгоджений розгляд питань стійкості і керованості руху, а так само можливості їх оцінки щодо обмеженого числа параметрів (зазвичай параметрів плоскопаралельного руху), а так само необхідність забезпечення власної стійкості машини, обумовленої її технічним станом.

Характерним для сільськогосподарських машин і агрегатів є те, що їх рух сам по собі є нестійким згідно теорії О.М. Ляпунова [1]. При цьому відхилення параметрів руху унаслідок збурень, що діють постійно, не перевищує на деякому відрізку шляху або часу певної межі, яка встановлюється агротехнічними вимогами.

По необхідній точності напрямку руху сільськогосподарських машин технологічні процеси можна розділити на три групи: без регламентації точності (звалювання соломи і скиртування, вивезення добрив і урожаю від комбайнів тощо); з невисокою точністю (суцільна культивування, боронування, внесення добрив, поливання, снігозатримання тощо); з високою точністю (оранка, посів, міжрядна обробка тощо).

Точність виконання сільськогосподарських операцій забезпечується стійким і керованим рухом машин. Під стійкістю руху розуміється здатність орного агрегату рухатися по заданій траєкторії у межах допустимих відхилень за якісними показниками без зниження його продуктивності, збільшення витрат механічної енергії, підвищення стомлюваності механізатора і оцінюється середньоквадратичною величиною бічних відхилень траєкторії і середньою кутовою швидкістю повороту рульового колеса.

Шарнірне з'єднання, наявність пневматичних шин і їх схильність до бічного відведення під дією бічної сили навіть за відсутності ковзання створює небезпеку появи поперечних коливань ланок не тільки при маневруванні, але і під час прямолінійного руху. Поперечні коливання ланок орного агрегату в горизонтальній площині під впливом збурюючих дій і невчасному коректуванні керуючих дій приводять до зростання шляху, що проходить агрегат і як наслідок до підвищення витрати палива.

Розглянемо наступні збурення орного агрегату при русі на гоні: викликані діями механізатора при раптових поворотах руля; які створюються різницею щільності ґрунту, нерівностями рельєфу і нерівномірністю тягового зусилля на

колесах; викликані зміною головного вектора і головного моменту, що передаються від навісного плуга; пов'язані з появою відхиляючого моменту із-за несиметричності опору машини щодо трактора, розгойдуванням машини тощо.

Тенденція мимовільного погіршення хоч би частини параметрів орного агрегату призводить до зниження стійкості і керованості агрегату, що вимагає від механізатора підвищеної напруженості. У свою чергу знос деталей і вузлів рульового керування призводить до зниження якості виконуваного технологічного процесу оранки і як кінцевий результат – до втрати стійкості.

На працездатність об'ємного гідравлічного рульового керування істотно впливає несиметричність навантаження на колісних рушіях орного агрегату. При погіршенні технічного стану, наприклад, зносі ущільнень в гідроциліндрі, відбувається мимовільне складання напіврам через відсутність підживлення нагнітальної порожнини гідроциліндра, яка забезпечується в гідромеханічних рульових механізмах наявністю жорсткого механічного зворотного зв'язку.

При асиметричному прикладанні сили опору плуга R_{nl} , що характеризується відстанню h_2 від подовжньої осі орного агрегату до точки прикладання R_{nl} , і різному опорі коченню W_{fi} коліс, обумовлених різними їх умовами кочення, сила тяги T_i , необхідна для подолання W_{fi} , буде різною для кожного колеса ($W_{fi} + T_i = 0$) (рис. 1).

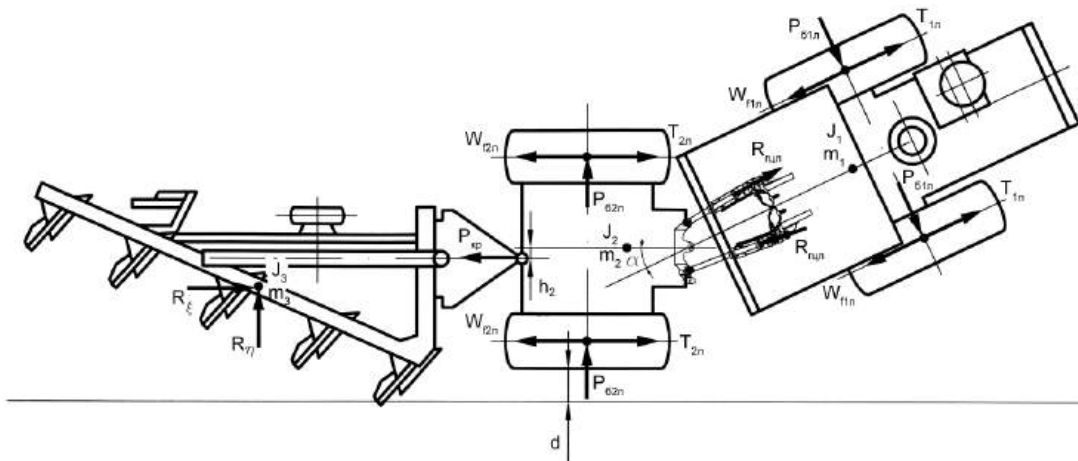


Рис. 1 – Схема дії сил на колесах трактора при орних роботах

Асиметричність приєднання плуга, яка характеризується параметром h_2 , приводить до більшого завантаження правого борту орного агрегату порівняно з лівим. Для машинно-тракторного агрегату на базі трактора серії ХТЗ-170 при виконанні орних робіт з плугом ПЛН-5-35 дане перевищення складає 50-60%.

Асиметричність приєднання плуга і нерівномірність опору коченню коліс приводить на орних роботах до нерівномірного розподілу реакцій між колесами орного агрегату.

Список використаних джерел

1. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. Харьковское математическое общество, 1892 г. М.: Гостехиздат, 1950. 472 с.

УДК 631.372

ПАРАМЕТРИ НАДІЙНОСТІ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ФУНКЦІОНАЛЬНУ СТАБІЛЬНІСТЬ ТРАКТОРІВ ТА ЯКІСТЬ ВИКОНУВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Козлов Ю.Ю. здобувач ВО

Держаний біотехнологічний університет

Одна з початкових умов розробки нормування рівня довговічності і безвідмовності трактора полягає в тому, щоб парк тракторів даної моделі міг виконувати заданий об'єм робіт в необхідний термін.

На підтримку працездатності тракторів за термін їх служби витрачається коштів в 3-4 рази більше, ніж на їх виготовлення. При цьому 60-80% цих коштів витрачається на усунення відмов і несправностей, що виникають під час експлуатації. Програма по забезпеченню надійності [1] повинна мати етап по розробці нормативів довговічності, безвідмовності, ремонтпридатності. Це основа управління процесом забезпечення необхідної надійності, включаючи оцінки, прогноз основних показників надійності.

При цьому величина питомих сумарних витрат на виготовлення і підтримку працездатності повинна бути наперед обмеженою (керованою).

Для розгляду проблеми встановлення і забезпечення ресурсів і термінів служби тракторів і їх складових частин (задача про ресурс) необхідно сформулювати основні визначення, що характеризують вказані категорії: прогноз умов застосування – узгоджені із споживачем трактора спектр очікуваних умов експлуатації: навантаження, швидкості руху, вимоги екологічної безпеки, вібронавантаженість, правила технічного обслуговування і ремонту і інші чинники відповідальні за деградацію трактора; граничні стани – граничні значення зносу деталей і сполучень, види і граничні значення втомних пошкоджень, для яких зберігаються прийнятні рівні міцності і жорсткості конструкції, і відсутні перешкоди до функціонування агрегатів і систем; а також такі поєднання діагностичних параметрів, при яких вірогідність безвідмовної роботи агрегатів, систем починає перевищувати нормативно допустимі значення; Ресурс – період експлуатації, в рамках якого існуюча система заходів підтримки життєвого циклу з директивною надійністю виключає граничний стан; Призначений ресурс, термін служби, декларований на даний момент часу ресурс, термін служби.

Задача про ресурс функціональну стабільність розв'язується в наступних умовах: зростає інтенсивність навантаження, різноманіття виконуваних робіт, збільшуються річні напрацювання; необхідне зниження металоємності, що досягається ускладненням конструкторських рішень, застосуванням нових технологій і матеріалів з більш високими характеристиками міцності, нових покриттів і паливо-мастильних матеріалів.

Неухильно ростуть вимоги споживачів по скороченню витрат часу і засобів на підтримку функціональної стабільності, спрощенню процедур зберігання і

обслуговування. При вирішенні задачі про ресурс приймається наступна аксіома: ресурс трактора визначається ресурсом його агрегатів і систем і може відновлюватися шляхом профілактичних (агрегатних) ремонтів досягнувши порогового напрацювання або відмови.

Основними чинниками, що визначають ресурс (при стабільній якості виготовлення), є: структура експлуатаційного навантаження; рівень навантажень і їх повторюваність; розсіяння характеристик зносостійкості і утомленості ресурсовизначальних конструктивних елементів; якість обслуговування і умови зберігання. Різниця у вказаних чинниках впливу приводить до індивідуальних значень ресурсу кожного трактора. При вирішенні задачі про ресурс необхідно дати відповідь на питання про величину напрацювання, до якого доцільно експлуатувати кожний конструктивний ресурсовизначальний елемент (РВЕ).

Алгоритм вирішення задачі про ресурс передбачає визначення РВЕ і визначення ресурсу кожного елемента.

При цьому виникає комплекс задач, що полягають у виявленні РВЕ, визначенні способів своєчасного виявлення їх пошкоджень і розробка ефективних способів їх попередження і відновлення. Згадані задачі, доцільно вирішувати поетапно. Кожний етап – це період експлуатації (Δt), для якого відомий вичерпний перелік РВЕ, і розроблені заходи щодо їх контролю попередження відмови і ремонту.

Зростання величин необхідних ресурсів підвищує вимоги до точності, достовірності визначення характеристик зносостійкості і утомленості і, у свою чергу, до якості побудови і відтворення при лабораторних випробуваннях і комп'ютерному моделюванні експлуатаційних спектрів навантаження. При проведенні таких досліджень необхідно реалізовувати максимально високу подібність «еквівалентність» програми реальним умовам навантаження для всього переліку РВЕ трактора. В процесі випробувань і експлуатації розробляються конструкторсько-технологічні і організаційні заходи, що забезпечують ресурс трактора. Ефективність цих заходів перевіряється в рамках тих же випробувань і в умовах експлуатації.

В результаті випробувань і спостережень формується банк даних по вірогідних експлуатаційних дефектах на етапі експлуатації (Δt).

Обов'язковими складовими робіт при дослідженнях повинні бути: контроль структури навантаження; контроль фактичного напрацювання; встановлення критеріїв граничного стану деталей, вузлів, агрегатів; визначення граничних (допустимих) діагностичних параметрів; пошук ефективних засобів контролю технічного стану агрегатів і систем; розробка заходів щодо зниження інтенсивності зношування і усунення втомних пошкоджень.

Список використаних джерел

1. Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Фесенко А.М., Фесенко М.А. Контроль якості продукції в машинобудуванні: навч. посібник. Краматорськ: ДДМА, 2008. 352 с.

УДК 629.114.2

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

Козлов Ю.Ю. здобувач ВО, Шевченко І.О. к.т.н. доцент

Держаний біотехнологічний університет

Бурхливий розвиток сільського господарства в усьому світі вимагає вдосконалення технічних характеристик сільськогосподарських тракторів. Сучасні трактори повинні вміти виконувати цілий спектр сільськогосподарських робіт при гарантованому рівні надійності.

Сучасне сільське господарство розвивається у напрямку збільшення енергоємності тракторів, їх продуктивності та водночас зменшення усіх видів витрат (пальне, час, руйнування структури ґрунту) на виконання сільськогосподарських робіт.

При цьому важливе значення приділяється забезпеченню функціональної стабільності машино-тракторного агрегату [1].

Найбільш актуально питання забезпечення функціональної стабільності машино-тракторного агрегату стоїть для оранки, як однієї з найбільш енергоємних робіт [2]. І, навіть зважаючи на подальший розвиток технологій без оранки, говорити про остаточну відмову від традиційної оранки ще дуже передчасно.

Функціональна стабільність – це властивість машино-тракторного агрегату, що полягає у здатності якісно виконувати необхідну роботу під впливом зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих факторів [3].

Забезпечення функціональної стабільності є складною проблемою, яка потребує системного вирішення комплексу взаємопов'язаних завдань по розробці теоретичних положень, методів автоматизованого моделювання та аналізу складних систем, що дозволяють будувати достовірні моделі, пред'являти вимоги з функціональної стабільності та оцінювати їх реалізацію [4]. На функціональну стабільність машино-тракторного агрегату впливають різноманітні фактори, найбільш впливові з яких: стійкість та стабільність руху [5-7].

Згідно з теорією О.М. Ляпунова, машино-тракторний агрегат має сталу динамічну рівновагу, якщо зовнішні сили, що діють на нього, не змінюють заданого напрямку руху або не виводять його з заданих меж відхилення.

Сталий рух машино-тракторного агрегату можливий, якщо момент сили, що примушує його до повороту (M_e) не більший за момент опору повороту (M_c): $M_e \leq M_c$. Умова стійкості обмежує процес оранки та дозволяє при цьому його коливання в межах цих обмежень. Вимоги по стабільності руху обмежують коливання процесу по стійкості.

Ці показники, хоч і зв'язані між собою, але не можуть замінити один одного. Стабільність та стійкість роботи підвищуються з удосконаленням конструкції машин.

На стійкість руху машино-тракторного агрегату впливають: конструкція машини і найбільшою мірою конструкція механізму керування; тип приводу рушіїв; рельєф місцевості; кваліфікація та швидкість реакції оператора; швидкість руху; ширина захвату машини; вага машино-тракторного агрегату; розподіл ваги по осях; база трактору; розташування центра ваги трактору відносно повздовжньої осі симетрії; жорсткість шин; ум'ятість ґрунту.

Насамперед засіб повороту трактора передбачає його стійкість як при повороті, так і при руху уперед. Крім того, при різному засобі повороту трактора, кінематика його повороту суттєво відрізняється.

При цьому найбільшої різниці досягають відрізнєння по кінематиці проходу задніх коліс та їх взаємозв'язок з передніми.

Колеса заднього та переднього мостів трактора при повороті проходять різну відстань, при чому для трактора з передніми керованими колесами різниця між відстанню, що проходять колеса переднього та заднього мостів більш суттєва [8].

Крім цього значно відрізняється також і вихід трактору з повороту. Так, трактор з шарнірно-зчленованою рамою буде намагатися вирівнятися через роботу центрального шарніру (або пристрою, що його замінює).

При цьому постійно вирівнюватися відразу будуть як передній, так і задній міст, що призводить до руйнування стійкості руху, та значного збільшення площини ґрунту, яку втрамбовують задні колеса при виході з повороту.

В свою чергу трактор з передніми керованими колесами буде більш впевнено виходити з повороту, оскільки при зменшенні кута повороту коліс стійкість руху буде збільшуватися.

Істотний вплив як на стійкість руху машино-тракторного агрегату, так і на навантаження елементів трактора має тип приводу рушіїв. Оптимальний тип привода дозволяє значно підвищити стійкість руху і зменшити навантаження в трансмісії.

Рельєф місцевості також має дуже великий вплив на стійкість руху машино-тракторного агрегату. Відомо, що в кожен конкретний мить рельєф під кожним колесом трактора різний, що приводить до різної довжини шляху, що проходить кожне колесо.

Через це трактор завжди намагається втратити стійкість руху, яку в певному діапазоні підтримує міжколісний диференціал.

Не менш важливий вплив на стійкість руху машино-тракторного агрегату має кваліфікація та швидкість реакції оператора, бо саме від нього залежить як тривалість перехідних процесів, так і їх вихід на сталий рух.

Стійкість руху машино-тракторного агрегату залежить від рівноваги сил, що діють на робочі органи та співвідношення параметрів окремих елементів та деталей кріплення їх до рами.

Через неоднорідність ґрунту та умов руху (щільність ґрунту, мікрорельєф, рослинний покрив, фізико-механічні властивості та інші фактори) сили, що діють на машино-тракторний агрегат, змінюються по величині та напрямку, порушується їх рівновага і через це машино-тракторний агрегат у вертикальному

та горизонтальному напрямку починає рухатися з відхиленням.

Ширина захвату та швидкість руху машино-тракторного агрегату обмежуються не лише тяговими здібностями, але й стійкістю руху її у заданому напрямку. При жорсткому зв'язку сільськогосподарських машин з трактором, стійкість машино-тракторного агрегату залежить від величини та нерівномірності тягового опору цих машин, моменту опору трактора повороту та схемою їх агрегатування [9].

Список використаних джерел

1. Бойко М.Ф. Підвищення функціональної стабільності орного агрегату з регулятором начіпного механізму трактора: Автореф. дис. д-ра фіз.-мат. наук / Нац. аграр. ун-т. К., 2002. 18 с.
2. Бойко М.Ф. Динамічна точність систем автоматичного регулювання начіпного механізму трактора. *Тракторна енергетика в рослинництві. Сб. научн. тр. ХГТУСХ*. Харків, 1999. С. 256-259.
3. Бойко М.Ф. Алгоритм функціонування регулятора начіпного механізму трактора. *Науковий вісник НАУ*. К., 2001. вип. 41. С. 172-175.
4. Бойко М.Ф. Оцінка функціональної стабільності системи автоматичного регулювання плуга. *Науковий вісник НАУ*. К., 2000. вип. 29. С. 216-220.
5. Бойко М.Ф. Тенденції вдосконалення конструкцій трансмісій сільськогосподарських тракторів зарубіжних фірм. *Тракторна енергетика в рослинництві. Сб. научн. тр. ХГТУСХ*. Харків, 1998. С.19-23.
6. Лебедев А.Т., Бойко М.Ф. Оцінка стійкості системи автоматичного регулювання начіпного механізму трактора. *Механіка та машинобудування. Науково-технічний журнал Харків. держ. політех. у-ту*. Харків, 2000. С. 72-75.
7. Бойко М.Ф., Білошенко С. К. Динаміка гідроприводу начіпної системи трактора. *Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХДТУСГ*. Харків, 2000. С. 80-87.
8. Шевченко І. О., Голубничий Б. В. Способи підвищення тягово-зчіпних властивостей МЕЗ. *Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 листопада 2024 р.*; Держ. біотехнологічний ун-т. Харків, 2024. С. 50-51.
9. Шевченко І. О., Ляшенко М. І. Класифікація тягово-зчіпних пристроїв та обґрунтування оптимальної конструкції ТЗП. *Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 листопада 2024 р.*; Держ. біотехнологічний ун-т. Харків, 2024. С. 57-58.

УДК 621.437.629

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОСТІ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Коняєв Є.В., Бондарєв В.К. здобувачі ВО, Антощенков В.М. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Дуже важливим є те, що сільське господарство ґрунтується на використанні нафтових видів палива – дизельного палива та бензину. Виділимо основні аспекти, що визначають необхідність та невідворотність економії використовуваних, пошуку нових альтернативних видів та джерел енергії, насамперед – для автотракторних двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ):

– сільське господарство повністю залежить від нафти, запаси якої не безмежні, і слід вважати, що загальне виснаження нафтових запасів обмежить можливість поставки її з інших країн і викличе непередбачуване збільшення цін. Для країн, які не мають запасів нафти, настане складний час. Звичайно, це дуже віддалена перспектива, але над вирішенням проблеми слід працювати вже сьогодні;

– новітні наукові розробки та технології, наукомісткі компоненти, на основі яких розробляються та створюються сучасні технологічні процеси, машини, будуть застосовані у сільському господарстві. Слід гадати, що це призведе до радикальних змін у сфері використання енергії та її економії.

Відомо, що ефективна питома витрата палива визначається значенням ефективного ККД, залежить від індикаторних показників роботи двигуна та механічних втрат, тобто ефективна питома витрата палива визначається робочим процесом, прийнятою конструкцією складових компонентів і дозволяє оцінити економічність двигуна в цілому. Так, зі збільшенням індикаторного ККД на 1 % витрата палива знижується на 5,9 г/(кВт·год) (або на 2,3 %), механічного ККД – на 3,4 г/(кВт·год) (або 1,3 %), ефективного ККД – на 7,3 г/(кВт·год) (або на 2,9 %), а підвищення теплоти згорання дизельного палива на 1 % знижує витрату палива на 2,4 г/(кВт·год) (або на 1,0 %).

Зниження питомої витрати пального протягом тривалого часу є одним із основних завдань розвитку та модернізації автотракторних ДВЗ. В даний час впровадження електронних систем керування подачею палива дозволило здійснювати гнучку зміну циклової подачі, оптимальне регулювання кута випередження упорскування палива, забезпечувати задану зовнішню швидкісну характеристику дизеля та ін. Проте високотехнологічна модернізація паливних систем, що проводиться, повинна доповнюватися комплексом комп'ютерного моделювання як робочих процесів ДВЗ, так і режимів їхньої роботи для забезпечення ефективного функціонування паливної системи в реальних умовах експлуатації.

Метою роботи було зняття серії навантажувальних характеристик дизеля Deutz BF06M1013FC та побудова універсальної багатопараметрової характеристики, оскільки за нею можна найбільш повно оцінити економічність

ДВЗ та вибрати оптимальні режими його роботи. Поставлена мета зводиться до побудови графічної інтерпретації на площині залежності параметра, що цікавить (у нашому випадку – питомої ефективної витрати палива, g_e , $г/кВт\cdot год$) двигуна одночасно від двох незалежних змінних (середнього ефективного тиску, p_e , $бар$, і частоти обертання колінчастого валу, n , $хв^{-1}$).

Графік універсальної багатопараметрової характеристики виходить як результат проекції на площину ХУ (p_e , n) перерізів поверхні відгуку $g_e = f(p_e, n)$ при даних значеннях g_e в тривимірному просторі p_e , n , g_e .

Графічні побудови свідчать про те, що з позиції забезпечення мінімальних значень питомої ефективної витрати палива та максимальних значень середнього ефективного тиску доцільно експлуатувати аналізований дизель з оборотами колінчастого валу в межах 1150 – 1900 $хв^{-1}$. Оптимальною ж областю за оборотами колінчастого валу слід вважати 1400 – 1750 $хв^{-1}$, коли досягається робота з витратою палива нижче 220 $г/кВт\cdot год$ та значенням середнього ефективного тиску вище 12 $бар$.

Отримані результати в сукупності відкривають додаткові можливості за допомогою електронного блоку управління, що виробляє управляючі сигнали, коригувати роботу системи живлення (дозування подачі палива) для переведення двигуна в найбільш економічний режим.

Запропонована послідовність визначення оптимальних режимів роботи застосовується як ДВЗ, встановлюваних на тракторах і самохідних сільськогосподарських машинах широкого діапазону потужності, так автомобільних. Також вона дозволяє досягти показників роботи ДВЗ, що відповідають мінімальній питомій витраті палива, та виконати погодження з автоматичними трансмісіями, які повсюдно впроваджуються у конструкції сучасних мобільних сільськогосподарських машин.

Список використаних джерел

1. Трактори та автомобілі. Ч. 5. Теорія двигунів внутрішнього згоряння : підручник / М. Г. Сандомирський, Л. М. Варваров, В. М. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедєв, Р. В. Антощенко, М. Л. Шуляк ; за ред. проф. А. Т. Лебедєва. Харків : ХНТУСГ, 2021. – 258 с.
2. Антощенко В. М. Трактори і автомобілі. Основи теорії і розрахунку двигунів внутрішнього згорання та тракторів і автомобілів: навч. посіб. Харків : ХНТУСГ, 2020. - 220 с. - Б. ц.
3. Мехатронні системи автомобілів і тракторів [Текст] : підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедєв, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич. - Харків : ХНТУСГ, 2020. - 248 с. - Б. ц.

УДК 621.431.7

ПОЛІПШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ МОБІЛЬНИХ ЗАСОБІВ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА

Бондарєв В.К., Антонов Д.О. здобувачі ВО, Антощенко В.М. к.т.н. доцент
Державний біотехнологічний університет

Підвищення ефективності системи охолодження (СО) передбачає вирішення проблеми визначення кількості тепла, що надходить в охолоджуючу рідину СО дизельного двигуна при згорянні палива.

Рішення задачі безпосередньо визначається розподілом доступної теплоти згоряння палива по компонентах, що оцінюється тепловим балансом дизельного двигуна. Він характеризує корисне використання теплоти для здійснення роботи та складові втрати.

Тепловий баланс дизельного двигуна складається з наступних компонентів:

$$Q_T = Q_e + Q_{co} + Q_{cz} + Q_{вг} + Q_z ,$$

де Q_T – кількість тепла, що виділяється при згорянні палива;
 Q_e – кількість теплоти, еквівалентна ефективній потужності, кДж;
 Q_{co} – кількість теплоти, що надходить в систему охолодження, кДж;
 Q_{cz} – кількість теплоти, що надходить в систему змащення, кДж;
 $Q_{вг}$ – кількість теплоти, що відводиться відпрацьованими газами, кДж;
 Q_z – залишковий термін теплового балансу, кДж.

При складанні теплового балансу у відносних одиницях загальна теплота спалюваного палива береться за одиницю або у відсотках – за 100%.

На корисну ефективну роботу перетворюється лише частина теплоти згоряння палива Q_e перетворюється в корисну ефективну роботу, за значенням вона є еквівалентно ефективною потужністю дизеля.

У тракторних дизелях теплопередача в охолоджувальну рідину СО становить 20-25 % від повної теплоти згоряння палива. Ця кількість теплоти від гарячих газів згорілого палива надходить через стінки циліндрів в охолоджувальну рідину. У дизелі є вторинне джерело теплоти – робота тертя елементів дизеля (поршень-гільза, вкладиші - вали, підшипники ін.), на яку витрачається частина енергії палива. Приймається, що складові теплоти тертя при роботі дизеля переходять у теплоту, що надходить в охолоджувальну рідину та масло системи мащення.

При знятті теплового балансу теплота тертя не виділяється окремо. Теплота СО становить непереборні втрати, на думку деяких авторів до цієї складової входить незначна частка теплових втрат дійсного циклу. Втрати теплоти в масло Q_{cz} виділяються окремою складовою дизелів, у яких охолодження масла здійснюється повітряно-масляним радіатором.

Тепловий баланс двигуна називається зовнішнім тепловим балансом, він

дозволяє оцінити розподіл теплоти двигуна внутрішнього згоряння на корисну роботу і втрати. Найбільш важливими складовими втрат теплового балансу є складові теплоти в охолоджуючу рідину, і масло. Охолоджуюча рідина та масло є теплоносіями СО. Кількість теплоти, що передається теплоносіями, приймаються до розрахунку поверхонь охолодження радіаторів і теплообмінників.

Конструкція окремих вузлів двигуна впливає на значення складових теплового балансу. Розуміється, що струменеве охолодження поршнів знижує виділення теплоти в СО на 3-6% і підвищує виділення теплоти в мастильне масло на 20-37%.

За результатами проведеного аналізу конструкцій СО складемо технічну характеристику прогресивної СО енергонасиченого трактора. Така гіпотетична СО повинна мати:

- змінну (регульовану) теплову ефективність для різних кліматичних умов експлуатації;
- блочно-модульним компонуванням радіаторів у повітряному контурі (рідинного, радіатора охолоджувача нагнітаючого повітря, кондиціонера та ін.);
- вентиляторної установки з вентилятором регульованої продуктивності з раціональними параметрами щодо блоку радіаторів та поверхні дизеля;
- капотом та підкапотним простором, що сприяють створенню максимальних можливостей для відведення теплоти від зовнішніх поверхонь блок-картера дизеля;
- системи автоматичного регулювання теплового стану дизеля;
- автоматичною системою, що виключає перегрів дизеля при перевищенні максимально допустимої температури охолоджувальної рідини;
- мінімальними витратами матеріалів на радіатор, потужністю приводу допоміжних вузлів.

Список використаних джерел

1. Трактори та автомобілі. Ч. 5. Теорія двигунів внутрішнього згоряння : підручник / М. Г. Сандомирський, Л. М. Варваров, В. М. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, Р. В. Антощенко, М. Л. Шуляк ; за ред. проф. А. Т. Лебедева. Харків : ХНТУСГ, 2021. – 258 с.
2. Антощенко В. М. Трактори і автомобілі. Основи теорії і розрахунку двигунів внутрішнього згорання та тракторів і автомобілів: навч. посіб. Харків : ХНТУСГ, 2020. - 220 с. - Б. ц.
3. Трактори та автомобілі. Ч.7. Технологічні основи мобільних енергетичних засобів: Навч. посібник / В.М. Антощенко, Р.В. Антощенко, М.П. Артьомов, А.Т. Лебедев. За ред. проф. А.Т. Лебедева. – Х.: Факт, 2013. – 232 с.
4. Мехатронні системи автомобілів і тракторів [Текст]: підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич. - Харків : ХНТУСГ, 2020. - 248 с. - Б. ц.

УДК 621.434

АДАПТИВНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ВИПУСКНОГО ТРАКТУ ДВОТАКТНОГО ДВИГУНА

Антонов Д.О., Коняєв Є.В. здобувачі ВО, Антощенков В.М. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Двотактні двигуни широко використовуються в різних областях, включаючи мототехніку та малу сільськогосподарську техніку. Однак вони стикаються з проблемами, перешкодами та ефективністю роботи, викидами та шумом. Розробка адаптивної системи випускного тракту може значно поліпшити характеристики двигуна, оптимізуючи його роботу в різних умовах.

Під час роботи двотактного двигуна в момент кожного такту згоряння під час руху газу у випускній трубі утворюються хвилі високого тиску. За хвилиною високого тиску слідує хвиля низького тиску. У деякій точці системи випуску, яка визначається конструкторами, частина хвиль високого тиску стикаються з системою, в той час, як хвиля високого тиску, що залишилася, залишає трубу, хвиля низького тиску, що йде за нею, відображається назад. Сприяючи наповненню камери згоряння свіжою паливо-повітряною сумішшю. Потім відбита хвиля високого тиску запобігає витіканню свіжої суміші через випускний канал. Наступна за нею хвиля низького тиску видаляє гази, що відпрацювали, з камери згоряння.

Довжина кожної труби випускної системи ретельно розраховується, щоб пульсації тиску опинилися в потрібній точці в заданий момент часу. Правильно виконаний випуск грає вирішальну роль високої продуктивності двигуна.

Випускна система сконструйована таким чином, що найкращі характеристики її роботи забезпечуються у вузькому діапазоні частот обертання двигуна. Тому для покращення віддачі двигуна у всьому діапазоні оборотів застосовують різні системи.

За межами певних частот обертання двигун працює відносно неефективно. Першими вирішення цієї проблеми запропонували в концерні Yamaha, розробивши систему EXUP (Exhaust Ultimate Power Valve), що в перекладі означає "Абсолютний потужнісний клапан системи випуску". Дана конструкція була першим механізмом зміни внутрішнього перерізу випускної системи, за допомогою EXUP, вдалося досягти суттєвого збільшення потужності у всьому діапазоні роботи двигуна. EXUP розташовується між випускними трубами та глушником. Потужний клапан закритий до середніх оборотів, тим самим зменшуючи переріз труби, і відкритий при високих оборотах, збільшуючи переріз. Управління ним бере на себе електроніка та сервомотор. Цікаво, що замислювався даний механізм як додатковий засіб зменшення токсичності вихлопу, і встановлювався на FZR1000 у Каліфорнії, відомої своїми жорсткими еко-нормами. Однак інженери з подивом виявили, що клапан ще й вирівнює характеристику потужності, і навіть піднімає кількість кінських сил в двигуні. Після цього EXUP стали встановлювати на багато інших байків компанії.

Тому тема роботи «адаптивна система управління випускного тракту двотактного двигуна» є актуальною і значущою для теперішнього часу, оскільки вирішує низку проблем.

Метою роботи є розробка такої мікроконтролерної системи керування геометрією випускного тракту, яка забезпечить найбільш ефективну роботу силової установки ДВЗ з ГДН (газодинамічний насос) при різних режимах роботи ДВЗ, що призведе до зменшення витрат палива та відповідно до зменшення забруднюючих викидів в атмосферу.

Вплив випуску на характеристики двигуна набагато суттєвіший, на двотактних ніж на чотиритактні ДВЗ. На кожен циліндр завжди встановлюється окремий комплект із випускної труби та глушника, а також резонатор.

Резонатор необов'язковий, але дозволяє реалізувати суттєвий приріст потужності за рахунок природних нахилів пульсацій вихлопу резонувати всередині випускної системи. Система сконструйована так, що випускна труба поступово переходить у прямий конус глушника, наприкінці якого розташовується зворотний конус, що закінчується невеликою вихлопною трубою. Правильно налаштований резонатор забезпечує найкраще наповнення циліндра робочою сумішшю, отже – високі потужнісні показники. Подібний ефект недосяжний жодним іншим способом.

Практична цінність роботи полягає в тому, що буде розроблено мікроконтролерну систему управління геометрією випускного тракту для двотактних двигунів, яка знайде застосування в різних сферах забезпечивши суттєвий приріст потужнісних характеристик, екологічних та економічних показників роботи двигуна.

Список використаних джерел

1. Трактори та автомобілі. Ч. 5. Теорія двигунів внутрішнього згорання : підручник / М. Г. Сандомирський, Л. М. Варваров, В. М. Антощенков, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, Р. В. Антощенков, М. Л. Шуляк ; за ред. проф. А. Т. Лебедева. Харків : ХНТУСГ, 2021. – 258 с.

2. Антощенков В. М. Трактори і автомобілі. Основи теорії і розрахунку двигунів внутрішнього згорання та тракторів і автомобілів: навч. посіб. Харків : ХНТУСГ, 2020. - 220 с. - Б. ц.

3. Мехатронні системи автомобілів і тракторів [Текст]: підручник / Р. В. Антощенков, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, В. М. Антощенков, В. М. Кісь, І. В. Галич. - Харків : ХНТУСГ, 2020. - 248 с. - Б. ц.

УДК 629.4-592

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРАКТОРА ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ

**Євтушенко Б.Ю., Коняєв Є.В. здобувачі ВО,
Антощенков В.М. к.т.н. доцент**

Державний біотехнологічний університет

У сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва, коли механізація тих чи інших процесів має здійснюватися із застосуванням високоефективних технічних засобів та технологій, велика увага приділяється галузі тракторобудування.

Колісний трактор це складний, енергетичний та рухомий технічний засіб, що використовується для комплексної механізації в агропромисловому комплексі (АПК), а також для внутрішніх перевезень сільськогосподарських вантажів. Відповідно до необхідних вимог колісні трактори повинні мати певні експлуатаційні якості та властивості, які оцінюються науково обґрунтованими вимірювачами-показниками

Впровадження нових ефективних систем гальм енергонасичених тракторів має велике значення для сільськогосподарського виробництва. Зарубіжні тракторобудівні компанії впроваджують у трактори системи гальм, які, окрім основного завдання гальмування коліс, виконують функції підтримки заданого напрямку руху.

Підвищення активної безпеки роботи тракторів в умовах зростання швидкостей та інтенсивності руху пов'язане з подальшим удосконаленням їх гальмівних систем. Відсутність надійних та ефективних гальмівних систем тракторів не тільки стримує зростання їхньої продуктивності за рахунок зниження швидкостей руху, а й часто призводить до важких дорожньо-транспортних пригод. У зв'язку з цим дана робота пов'язана з аналізом ефективності функціонування гальмівної системи трактора та розробкою рекомендацій щодо її вдосконалення, є дуже актуальною/

Метою роботи є модернізація трактора за рахунок удосконалення гальмівної системи.

Для підвищення ефективності використання колісних тракторів при виконанні транспортних робіт найбільша увага приділяється гальмівним властивостям трактора та ефективності роботи гальмівної системи трактора, що забезпечує роботу на більш високих швидкостях з дотримання вимог безпеки.

Встановлення додаткових дискових гальм мокрого типу в колісні редуктори приводу ведучого моста дозволить підвищити ресурс гальмівних механізмів заднього моста та інтенсивність гальмування трактора у складі причіпного розкидачу (уповільнення складе не менше $3,8 \text{ м/с}^2$, а гальмівний шлях – близько 19 м за швидкості 40 км/год на сухому асфальті; вимоги європейської директиви (ЄС) № 167/2013 та ДСТУ 8373:2015, виконуються. Ці переваги дадуть скорочення часу на маневрування під час поворотів та

розворотів машинно-тракторного агрегату, що підвищить продуктивність та коефіцієнт використання робочого часу зміни.

За результатами літературного огляду та патентного пошуку пропонується додатково ставити дискові сухі гальма. Гальма ставляться на гальмівних валах з'єднаних з ведучими шестернями кінцевих передач з правої та лівої сторін трактора. Гальма розміщені в рукавах і складаються із втулки, барабанів з накладками.

Дана конструкція забезпечує зменшення затрат на технічне обслуговування в продовж терміну використання фрикційних накладок та дозволяє отримати оптимальні параметри притискних зусиль, площі контакту і гальмівних моментів в залежності від умов та режимів гальмування, а також запропонована конструкція гальмівної системи трактора дозволяє забезпечити безпечні умови праці, як при транспортних роботах так і при виконанні будь-яких сільськогосподарських робіт.

Проведений розрахунок параметрів, за якими здійснюється оцінка гальмівних властивостей, підтвердив ефективність запропонованого удосконалення конструкції гальмівного механізму.

Вдосконалена конструкція приводу та гальмівних систем забезпечує зменшення затрат на технічне обслуговування в продовж терміну використання фрикційних накладок та дозволяє отримати оптимальні параметри притискних зусиль, площі контакту і гальмівних моментів в залежності від умов та режимів гальмування. Також запропонована конструкція гальмівної системи трактора, яка дозволяє забезпечити безпечні умови праці, як при транспортних роботах так і при виконанні будь-яких сільськогосподарських робіт.

Список використаних джерел

1. Трактори та автомобілі. Ч.3. Шасі: Навч. посібник / А.Т. Лебедев, В.М. Антощенко, М. Ф. Бойко та ін.; За ред. проф. А.Т. Лебедева. - К.: Вища освіта, 2004. - 336 с.:іл..
2. Трактори та автомобілі. – Ч.8. – Практикум. Основи теорії та розрахунку тракторів і автомобілів. Навч. посібник / В. М. Антощенко, Р. В. Антощенко, М. П. Артьомов, А. Т. Лебедев // за ред. проф. А. Т. Лебедева. – Х.: Факт, 2013. – 260 с.
3. Трактори та автомобілі. Ч.7. Технологічні основи мобільних енергетичних засобів: Навч. посібник / В.М. Антощенко, Р.В. Антощенко, М.П. Артьомов, А.Т. Лебедев. За ред. проф. А.Т. Лебедева. – Х.: Факт, 2013. – 232 с.
4. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія / Р. В. Антощенко – Х.: ХНТУСГ, «Міськдрук», 2017.– 244 с.

УДК 921.1

БУДОВА І ПРИНЦИП РОБОТИ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Безпалий О.Г., Ягодкіна Н.В. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

У контексті глобального переходу до відновлюваних джерел енергії сонячна енергетика посідає провідне місце завдяки своїй екологічності та технічній перспективності. Актуальність роботи обумовлена необхідністю зменшення залежності від традиційних джерел енергії та впровадження енергоефективних технологій в умовах енергетичних викликів.

Сонячна електростанція (СЕС) — це енергетичний комплекс, що перетворює сонячну енергію в електричну за допомогою фотоелектричного ефекту або теплових процесів.

Будова СЕС включає: фотоелектричні панелі (з фотоелементами), інвертор для перетворення струму, акумуляторні системи зберігання енергії, систему управління та контролю.

Фотоелементи — ключова технологія в структурі СЕС, яка забезпечує пряме перетворення сонячного випромінювання у електроенергію.

Класифікація СЕС:

I - Мережеві (grid-tied) — підключені до загальної енергомережі.

Складається з наступних елементів:

1. Фотоелектричний модуль - головний елемент системи, прямо перетворюючий сонячну енергію в постійний електричний струм.

2. Інвертор - являє собою пристрій для перетворення постійного струму в змінний.

3. Система кріплення - дахові системи кріплення служать підтримуючою конструкцією фотоелектричного модуля (ФЕМ), що розміщуються на дахах будівель.

4. Сонячний кабель — для підключення сонячних батарей та з'єднання модулів в масиви.

5. Конектори MC4 - для з'єднання сонячних батарей з кабелем.

6. Автоматика захисту - змінного/постійного струму дозволяє виключити пошкодження фотоелектричних інверторів та фотомодулів, викликані короткими замиканнями, різкими змінами параметрів мережі загального користування, ударами блискавки та ін.

7. Система обліку - лічильник рахує вироблену та спожиту вами електроенергію.

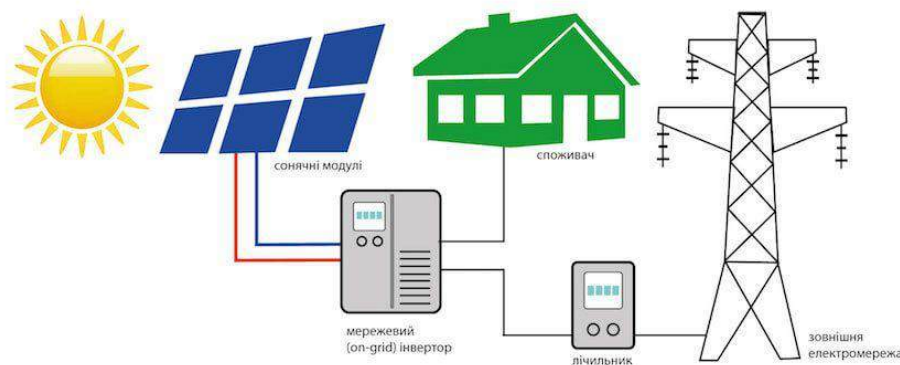


Рис.1 Загальна схема мережевої сонячної електростанції.

(<https://ecoenerhiia.ua/image/catalog/blog/sonjachna-elektrostantsija-merejeva.jpg>)

Переваги мережевої СЕС: 1. Зелений тариф: можливість продавати надлишок електроенергії державі за вигідним курсом (у євро). 2. Автоматична робота: не потребує участі користувача в процесі керування. 3. Низькі витрати на обслуговування. 4. Швидка окупність: особливо при високій сонячній активності й стабільному підключенні до мережі. 5. Екологічність та низький вуглецевий слід.

Обмеження та недоліки: 1. Залежність від зовнішньої електромережі: при аваріях чи війні станція не працює, навіть якщо світить сонце. 2. Неможливість накопичення енергії без додаткових інвестицій (акумуляторів). 3. Регуляторні ризики: законодавство може змінюватись. 4. Початкові інвестиції: вартість обладнання та підключення.

II - Автономні (off-grid) — незалежні системи з акумуляторами. Складається з таких основних елементів: 1. Фотоелектричний модуль. 2. Контролер заряду — регулює процес заряджання акумуляторів, запобігаючи їхньому перезарядженню або надмірному розрядженню. Це важливий елемент для продовження терміну служби батарей. 3. Акумуляторні батареї — накопичують електроенергію, що виробляється вдень, і забезпечують живлення споживача вночі або у похмуру погоду. 4. Автономний (off-grid) інвертор.

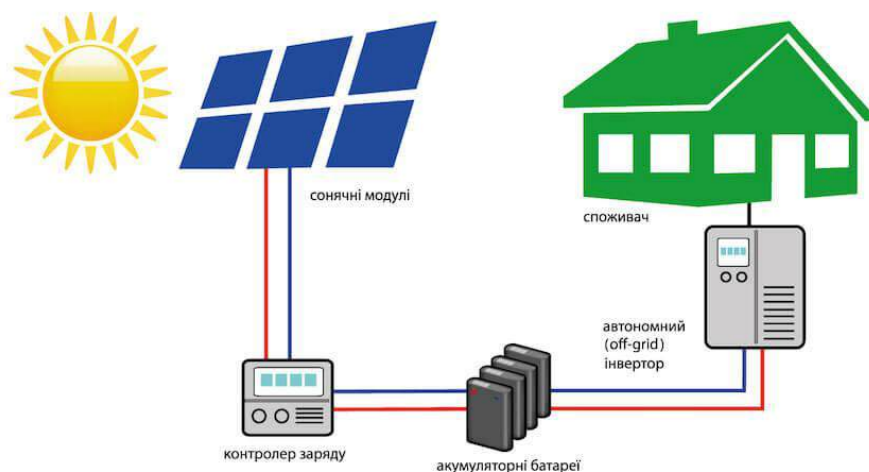


Рис. 2. Загальна схема автономної сонячної електростанції.

(<https://ecoenerhiia.ua/image/catalog/blog/sonjachna-elektrostantsija-autonom.jpg>)

Переваги автономної СЕС:

Повна енергетична незалежність: ідеальне рішення для сіл, гірських районів, прифронтових територій.

Можливість зберігання електроенергії в акумуляторах для використання вночі чи під час негоди.

Не потребує доступу до електромережі.

Надійність під час тривалих відключень або блекаутів.

Обмеження:

Висока вартість акумуляторів і їхня заміна через кілька років.

Обмежена потужність: потрібно правильно розрахувати енергоспоживання.

Складність масштабування: особливо для великих господарств.

Втрати енергії при зберіганні.

III - Гібридні — поєднують елементи обох попередніх типів. Основними її елементами є:

Фотоелектричний модуль.

Акумуляторні батареї.

Контролер заряду.

Гібридний інвертор — керує розподілом енергії між мережею, акумуляторами, споживачем та генератором. Перетворює постійний струм на змінний, необхідний для живлення будинку.

Генератор — резервне джерело живлення, яке вмикається автоматично або вручну у разі нестачі електроенергії з інших джерел.

Система обліку - лічильник

Зовнішня електромережа — дозволяє як споживати електроенергію, так і передавати надлишок у мережу.

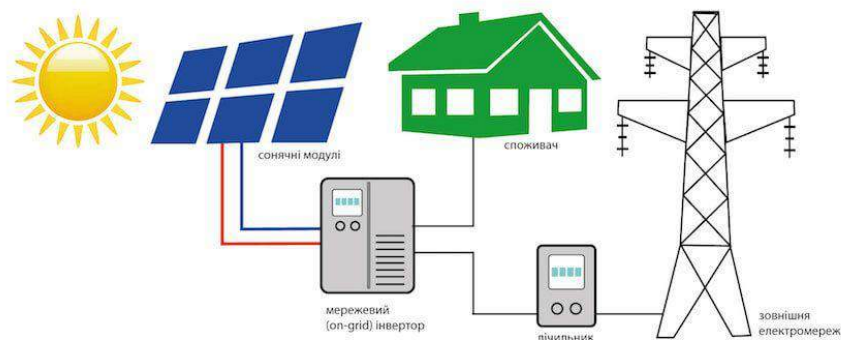


Рис. 3. Загальна схема гібридної сонячної електростанції.

<https://ecoenerhiia.ua/image/catalog/blog/sonjachna-elektrostantsija-hybrid.jpg>

Переваги гібридної СЕС:

Максимальна гнучкість: поєднання трьох джерел — сонця, акумуляторів, мережі (і часто — генератора).

Незалежність у критичних ситуаціях: працює навіть під час блекаутів.

Можливість продажу надлишків за зеленим тарифом.

Зменшення навантаження на акумулятори — завдяки мережі або

генератору.

Висока надійність та стабільність у будь-яку пору року.

Обмеження:

Найвища вартість серед усіх типів через велику кількість компонентів.

Складність налаштування і обслуговування (потрібна фахова підтримка).

Залежність від законодавчих змін (як у випадку з мережевими СЕС).

Потреба в регулярному технічному огляді генератора.

Загальні переваги СЕС:

Висока екологічність (відсутність CO₂)

Довговічність (експлуатація понад 25 років)

Енергетична автономність

Скорочення витрат на електроенергію

Недоліки та виклики:

Висока початкова вартість

Залежність від погодних умов

Потреба в ефективних системах зберігання енергії

Висновок.

Сонячні електростанції є стратегічно важливим напрямом для сталого розвитку енергетики. Їхнє впровадження дозволяє досягти енергетичної безпеки, знизити викиди парникових газів та стимулювати розвиток інноваційних технологій. Подальші дослідження мають бути спрямовані на підвищення ефективності фотоелементів та зниження вартості обладнання.

Список використаних джерел

1. Міненерго України. Енергетична стратегія України на період до 2035 року <https://mev.gov.ua/>

2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Відроджена енергетика в Україні: статистичні дані та аналітика <https://saee.gov.ua/>

3. Кабінет Міністрів України. Концепція розвитку "зеленої" енергетики до 2030 року <https://www.kmu.gov.ua/>

4. Національна академія наук України. Стан та перспективи розвитку сонячної енергетики в Україні // Вісник НАН України. 2023. № 7. С. 45–52.

5. Міжнародне агентство з відновлюваної енергетики (IRENA). Renewable Energy Statistics 2023 <https://www.irena.org/>

6. Державна служба статистики України. Енергетичний баланс України за 2022 рік <https://www.ukrstat.gov.ua/>

7. Українська асоціація відновлюваної енергетики. Звіт про розвиток сонячної енергетики в Україні у 2023 році <https://uare.com.ua/>

УДК 629.113:629.411.3

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВДОСКОНАЛЕННІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ КРАЗ- 5233BE

Макаренко М.Г. доцент, Петренко А.В. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто можливості інтеграції інтелектуальних систем керування в гальмівний комплекс вантажного автомобіля КРАЗ-5233BE. Здійснено аналіз існуючих гальмівних систем, визначено їх недоліки та обґрунтовано доцільність впровадження адаптивного електронного керування з урахуванням динамічних навантажень та умов експлуатації.

Автомобіль КРАЗ-5233BE, як представник важкого класу, активно використовується у військовій, спеціальній та комерційній сферах, де від надійності гальмування залежить збереження життя, техніки та вантажу. Водночас традиційні механічні та пневматичні системи гальмування мають низку обмежень, пов'язаних з інерційністю, недостатньою адаптивністю до зміни навантажень та зношенням елементів.

З огляду на сучасні тенденції автоматизації та цифровізації транспортних засобів, актуальним є впровадження інтелектуальних технологій, що забезпечують не лише точність і швидкість гальмування, а й діагностику технічного стану системи в реальному часі. Метою даного дослідження є розробка і наукове обґрунтування підходів до модернізації гальмівної системи КРАЗ-5233BE з використанням елементів інтелектуального керування, що дозволить підвищити ефективність, надійність і безпеку експлуатації автомобіля.

Серед основних технологій, які активно впроваджуються у важких транспортних засобах, виділяють електронні системи керування гальмами. EBS (Electronic Braking System) забезпечує точне дозування гальмівного зусилля через електронне керування, ABS (Anti-lock Braking System) запобігає блокуванню коліс під час гальмування, зберігаючи керованість, а ASR (Anti-Slip Regulation) зменшує пробуксовку коліс під час рушання. TPMS (Tire Pressure Monitoring System) відслідковує тиск у шинах, запобігаючи їх перегріву та вибуху. Системи Brake Wear Monitoring оцінюють ступінь зношення гальмівних колодок і попереджають про необхідність обслуговування [1-3].

Адаптивні системи регулювання гальмівного зусилля здатні аналізувати інформацію з численних сенсорів (навантаження, швидкість, ухил дороги, зчеплення з поверхнею) і в режимі реального часу адаптувати гальмівне зусилля на окремих колесах або осях, покращуючи стійкість та маневреність транспортного засобу. Впровадження таких технологій у конструкцію КРАЗ-5233BE дозволяє перейти до нового рівня керованості, діагностики і безпеки експлуатації.

З метою підвищення ефективності, адаптивності та надійності гальмівної

системи автомобіля КрАЗ-5233BE, запропоновано інтеграцію інтелектуального електронного керування з використанням сучасних сенсорних технологій, мікропроцесорних блоків управління та пневматичних виконавчих механізмів [4].

Першочерговим кроком у вдосконаленні гальмівної системи є впровадження інтегрованої електронно-керованої системи типу EBS (Electronic Braking System), яка виконує функції централізованого управління процесом гальмування. Конструктивно система складається з таких основних елементів: датчиків тиску та прискорення, датчиків кута повороту рульового колеса, контролера маси завантаження, центрального електронного блоку управління (ЕБУ), електропневматичних модуляторів гальмівного тиску та каналу зв'язку (CAN-шина).

Принцип роботи EBS полягає в наступному: при натисканні на гальмівну педаль інформація передається не безпосередньо пневматичним шляхом, а у вигляді електричного сигналу до ЕБУ. Блок управління, отримавши дані з усіх сенсорів (швидкість обертання коліс, навантаження, стан дороги, положення рульового колеса), миттєво розраховує необхідне гальмівне зусилля для кожної осі. Потім ці команди передаються до електропневматичних модуляторів, які регулюють тиск у відповідних гальмівних контурах. Такий підхід забезпечує надзвичайно швидку реакцію системи, рівномірний розподіл зусиль, запобігання блокуванню коліс, підвищену ефективність зчеплення шин з дорожнім покриттям та загальну стабільність під час гальмування [5, 6].

Таким чином, конструкція та робота EBS поєднують переваги традиційної надійності пневматичних систем із точністю та інтелектуальністю цифрового керування, що суттєво розширює функціональні можливості гальмівного комплексу КрАЗ-5233BE.

Застосування EBS дозволяє значно знизити часову інерційність у відповіді системи на зміну умов дорожнього середовища, що забезпечує більш точне й швидке гальмування. Крім того, електронне керування дозволяє уникати небажаного блокування коліс, підвищує ефективність використання зчеплення шин з дорогою та покращує загальну стабільність транспортного засобу в процесі гальмування.

Пропонується реалізація трирівневої архітектури: рівень збору даних (сенсори тиску, швидкості, навантаження, температури гальмівних барабанів/дисків, зношення колодок) рівень обробки та прийняття рішень (центральный ЕБУ з алгоритмами адаптивного регулювання гальмівного зусилля); виконавчий рівень (електропневматичні клапани, сервомеханізми, контролери приводу). Схема взаємодії передбачає обмін даними по CAN-шині або іншому швидкісному протоколу, із включенням до системи самодіагностики і логування параметрів у реальному часі. Додатково можлива інтеграція з телематичними модулями для дистанційного контролю стану гальмівної системи під час експлуатації у віддалених або військових умовах.

Таким чином, модернізована система поєднає адаптивне регулювання гальмівного зусилля з високим рівнем надійності, автоматичним

діагностуванням та функціями профілактичного обслуговування.

Для обґрунтування ефективності запропонованих технічних рішень було здійснено повноцінне математичне моделювання функціонування модернізованої гальмівної системи автомобіля КрАЗ-5233BE. Метою моделювання стало визначення основних динамічних параметрів транспортного засобу у фазі гальмування при різноманітних дорожніх і навантажувальних умовах, а також верифікація ефективності адаптивного електронного керування з урахуванням реалістичних експлуатаційних сценаріїв.

Процес моделювання охоплював побудову системи математичних рівнянь, що описують взаємодію гальмівного приводу з динамікою маси транспортного засобу, моделями шин із нелінійними характеристиками зчеплення, елементами електронного керування та впливом зовнішніх збурювальних факторів. Це дозволило комплексно оцінити поведінку транспортного засобу у динаміці гальмування і проаналізувати відповідь системи керування у реальному часі на зміну початкових умов, включаючи раптову втрату зчеплення, зміну дорожнього покриття та зменшення ефективності гальмівних елементів у процесі експлуатації.

Постановка задачі включала створення узагальненої математичної моделі гальмівної системи, яка враховує: динаміку транспортного засобу як багатомасової системи, нелінійні характеристики шин, взаємодію елементів системи EBS (сенсори, ЕБУ, виконавчі механізми), запізнення в каналах керування і передачі сигналу, вплив дорожнього покриття (коефіцієнт зчеплення).

Модель реалізовано у середовищі MATLAB/Simulink із використанням спеціалізованих блоків для моделювання транспортної динаміки та керуючих алгоритмів. Параметри моделі були отримані на основі технічної документації КрАЗ-5233BE, а також із даних заводських випробувань.

Результати імітаційного моделювання показали, що впровадження адаптивного гальмівного керування дозволяє зменшити середню гальмівну відстань на 12–18% залежно від умов дорожнього покриття, а також забезпечує кращу стійкість і контроль керованості в екстремальних режимах гальмування. Окрім того, система забезпечує вирівнювання навантаження на окремі колеса, що сприяє зменшенню зносу колодок і стабілізації температурного режиму гальмівних елементів.

На графіку (рис. 1) показано вплив різного навантаження на гальмівний шлях серійного та модернізованого КрАЗ-5233BE залежно від швидкості руху.

На основі моделі також сформовано сценарії відмов і перевірено здатність системи переходити до резервних алгоритмів, що підтвердило її надійність і здатність до самодіагностики.

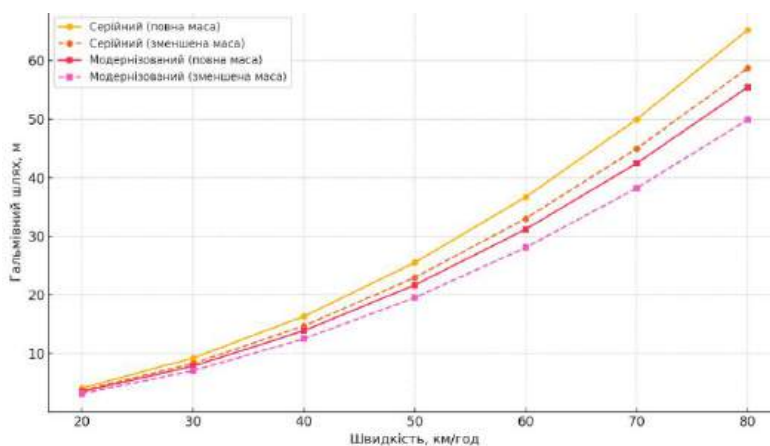


Рис. 1. Вплив навантаження на гальмівний шлях КрАЗ-5233ВЕ

Висновки

Проведене дослідження засвідчило ефективність застосування інтелектуальних технологій у вдосконаленні гальмівної системи автомобіля КрАЗ-5233ВЕ. На основі аналізу технічного стану базової системи гальмування та результатів моделювання було доведено, що впровадження електронного адаптивного керування дозволяє істотно знизити гальмівний шлях, покращити стійкість та керованість автомобіля, а також підвищити ресурсність компонентів гальмівної системи. Модернізована система демонструє високу ступінь адаптивності до умов експлуатації, здатність до самодіагностики, а також потенціал для інтеграції з телематичними рішеннями, що є особливо важливим для техніки, яка працює у віддалених або екстремальних умовах.

Список використаних джерел

1. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.
2. Макаренко М. Г., Шевченко І. О., Хейло В. О., Пиріжок В. І. Електронні системи керування та діагностики сучасних автомобілів: проблеми і рішення. // Збірник тез та доповідей міжнародної конференції «Енергетичні установки та альтернативні джерела енергії». 11–12 березня 2024 року, ХНАДУ, Харків, 2024. С. 274-278.
3. Макаренко М.Г., Калашник Є.А. Роль інформаційних технологій у вдосконаленні функціональних можливостей блочно-модульних тракторів. // Технічний прогрес в АПК: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. С. 67-68.
4. Макаренко М. Г, Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. Харків: ДБТУ, 2024 С. 192.

5. Макаренко М. Г., Піріжок В. І., Хейло В. О. Підвищення експлуатаційних показників мобільних енергетичних засобів блочно-модульної побудови. // Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.) / – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 119 - 121.

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

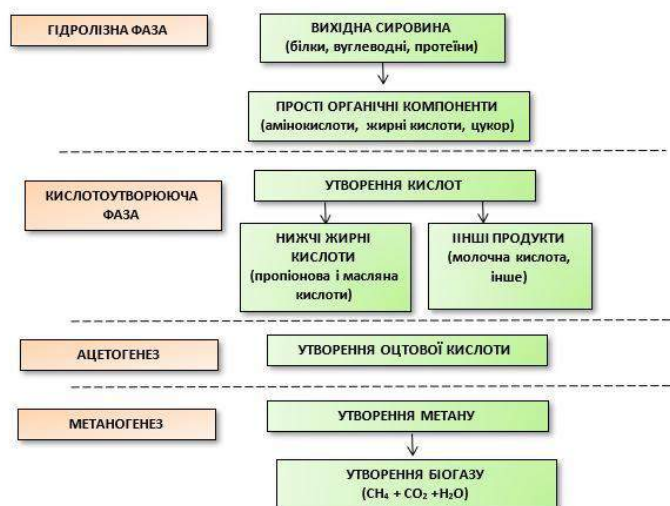
УДК 921.1

ВИРОБНИЦТВО БІОГАЗУ ІЗ СТІЧНИХ ВОД

Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Накрапленний О.Г. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Біогаз є одним із найбільш поширених альтернативних джерел отримання «зеленої енергії». Він утворюється під час анаеробного бродіння різних органічних субстратів за участі великої кількості бактерій. В результаті ми отримуємо газ з вмістом метану (CH_4) 50-75%.



Схематично технологічний процес очищення стічних вод з утворенням біогазу виглядає наступним чином:

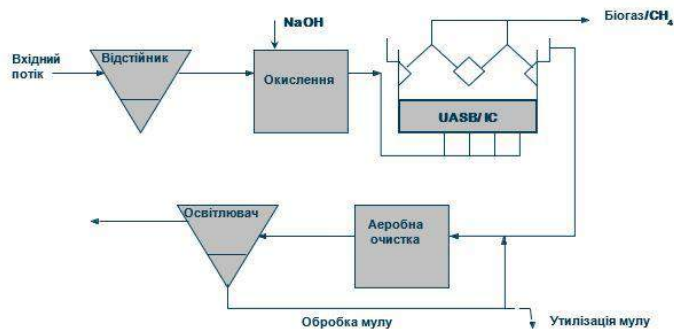


Рис. 1 Схема технологічного процесу очищення стічних вод

На пивзаводі «Десна» (м. Чернігів) побудовано очисні споруди для стічних вод пивного виробництва з отриманням біогазу.

Біогаз використовується у котельні змішуючись з природним газом за допомогою комбінованого пальника.

Основним елементом очисних споруд є двоступеневий анаеробний ІС-реактор з внутрішньою циркуляцією голландської компанії Raques.

На пивзаводі «Рогань» (м. Харків) побудовано очисні споруди для стічних вод пивного виробництва з отриманням біогазу.

Біогаз використовується у котельні змішуючись з природним газом за допомогою комбінованого пальника.

Основним елементом очисних споруд є двоступеневий анаеробний ІС-реактор з внутрішньою циркуляцією голландської компанії Raques.

В результаті запровадження технології було досягнення зменшення кількості відходів у 10 раз і зменшення викидів CO₂ у 5 разів.

Список використаних джерел

1. Кізеєв М.Д., Осадчий В.Ф., Осадчий О.В. Інвестиційний проект реконструкції каналізаційних очисних споруд та будівництва станції виробництва біогазу у м. Львові // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Теорія і практика будівництва. –2016. – № 844. – С. 103–112.

УДК 631.372.03

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ В МТА ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРОТЕХНІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Макаренко М.Г. доцент, Калашник Є.А. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Висвітлено результати дослідження впровадження інтелектуальних систем керування машинно-тракторними агрегатами (МТА) з метою зменшення впливу людського фактора на технологічну якість і стабільність виконання агротехнічних операцій. Показано ефективність алгоритмів автоматизованого прийняття рішень у підвищенні продуктивності та зниженні втрат у польових умовах.

Сучасне сільське господарство швидко еволюціонує у напрямку цифрових трансформацій, у рамках яких однією з основних тенденцій стає автоматизація процесів управління технічними засобами. Особливу увагу приділено машинно-тракторним агрегатам (МТА), які є основними виконавцями агротехнічних операцій. Практика показує, що ефективність таких агрегатів значною мірою залежить від суб'єктивного фактору — кваліфікації оператора, його стомлюваності, досвіду та здатності реагувати на змінні умови навколишнього середовища [1 -3].

У відповідь на ці виклики, сучасна інженерія все частіше вдається до

розробки та впровадження інтелектуальних систем керування, здатних частково або повністю компенсувати людський фактор. Такі системи ґрунтуються на комплексному поєднанні алгоритмів штучного інтелекту, машинного навчання, нечіткої логіки, багатосенсорної інформації та механізмів прийняття рішень у реальному часі [4 -9].

У межах виконаного дослідження, з метою забезпечення високої точності, адаптивності та автономності керування машинно-тракторним агрегатом, було побудовано структурно-функціональну модель інтелектуальної системи керування. Архітектура системи сформована на основі модульного принципу і складається з чотирьох ключових підсистем, які працюють у тісній взаємодії.

1. Навігаційна підсистема, побудована на базі супутникового позиціонування з RTK-корекцією, забезпечує точність позиціонування агрегату в межах $\pm 2,5$ см. Вона формує координатну основу для побудови маршрутів і контролю за траєкторією руху, синхронізуючи дані з геопросторовою картою поля.

2. Підсистема збору та фільтрації сенсорних даних реалізує функції багатоканального моніторингу технологічних і експлуатаційних параметрів (швидкість руху, кути повороту, крутний момент, параметри роботи навісного обладнання). Дані проходять первинну обробку за допомогою фільтра Калмана, що дозволяє усунути статистичні збурення та підвищити точність наступного аналізу.

3. Інтелектуальне ядро прийняття рішень реалізоване на базі гібридної системи нечіткої логіки та нейронної мережі. Воно аналізує вхідні дані в реальному часі, прогнозує можливі сценарії роботи, оптимізує параметри руху та агрегування з урахуванням умов рельєфу, типу ґрунту, вологості, опору ґрунту та виду виконуваної операції.

4. Виконавчий блок включає сервомеханізми керування гідравлікою, приводами трансмісії та робочими органами. Він здійснює точну реалізацію команд, сформованих інтелектуальним ядром, із забезпеченням стабільності роботи навіть при змінних навантаженнях і на складному рельєфі.

Таким чином, модель дозволяє досягти повного циклу автономного управління МТА з високим рівнем точності, швидкості реакції та надійності функціонування в умовах варіативного агросередовища, що підтверджується результатами чисельного моделювання та лабораторних випробувань.

У рамках дослідження було використано модифіковані алгоритми нечіткої логіки типу Mamdani, які дозволили формалізувати процес прийняття рішень в умовах нечітких і неповних даних, характерних для аграрного середовища з високим рівнем варіативності. Ці алгоритми забезпечують гнучке моделювання логіки оператора при оцінюванні ситуацій у режимі реального часу.

Для посилення аналітичної здатності інтелектуальної системи керування додатково застосовано ансамблеві моделі машинного навчання, зокрема методи градієнтного бустингу (Gradient Boosting) та випадкових лісів (Random Forest). Ці моделі були використані для точного прогнозування оптимальних траєкторій руху машинно-тракторного агрегату в умовах складного агроландшафту — із

урахуванням змінного рельєфу, неоднорідної структури ґрунту, варіацій щільності та локальних перешкод (каміння, залишки стерні тощо).

Перевагою ансамблевих підходів є їх здатність узагальнювати закономірності на основі великої кількості слабких моделей та забезпечувати стійкість до переобучення навіть при роботі з багатовимірними, неповними або зашумленими наборами даних. У процесі навчання моделей було використано датасети, зібрані під час сезонних польових кампаній на різних типах ґрунтів — чорноземах, супісках, піщаних і змитих ділянках.

Аналіз продуктивності моделей показав високий рівень стабільності (коефіцієнт детермінації $R^2 > 0,92$) та низьку середньоквадратичну помилку при оцінюванні траєкторних відхилень. Це підтверджує можливість ефективного використання таких моделей у контурі адаптивного планування руху МТА та для уточнення рішень, сформованих основним нейромережевим ядром керування.

Особливу роль у дослідженні відіграла концепція «цифрового близнюка», яка була реалізована як інтегрована віртуальна модель, що точно імітує динамічні, енергетичні та керовані процеси фізичної системи машинно-тракторного агрегату. Такий цифровий двійник дозволив виконувати віртуальні симуляції із заданими сценаріями, у тому числі із включенням реалістичних збурень, зношення елементів трансмісії, зміни фізико-механічних властивостей ґрунту та умов навантаження.

Цифрова модель була синхронізована з даними польових експериментів для уточнення параметрів та верифікації адекватності. Її функціональність включала можливість інтерактивного керування в умовах змінного середовища, з подальшим автоматичним коригуванням поведінки агрегату на основі аналізу обраних показників: точності дотримання траєкторії, стабільності швидкісного режиму, рівня перевитрати пального та зносу енергосилових вузлів.

Крім тестування різних стратегій керування, «цифровий близнюк» дозволив провести порівняльний аналіз між класичними та інтелектуальними системами, виявити потенційні вузькі місця в структурі ПЗ та апаратної частини, а також згенерувати адаптивні рекомендації щодо покращення алгоритмів. Завдяки цьому інструменту дослідницький процес було значно прискорено, зменшено потребу в натурному тестуванні на початкових етапах і підвищено достовірність отриманих висновків щодо ефективності розробленої системи.

Моделювання системи автономного керування МТА здійснювалося в середовищі MATLAB/Simulink з використанням пакету Simscape Multibody, який забезпечує високоточне тривимірне моделювання просторової кінематики та динаміки агрегату. Це дозволило відтворити реальні сценарії взаємодії агрегату з ґрунтовим середовищем та конструкційними елементами причіпного обладнання. При побудові моделі враховано інерційні характеристики, передавальні функції гідравлічних систем, а також контактні сили між знаряддям і оброблюваним шаром ґрунту.

Для моделювання інтелектуальної поведінки системи керування використовувався Deep Learning Toolbox, у межах якого були реалізовані нейронні мережі типу LSTM (Long Short-Term Memory) для прогнозування змін

траєкторії при перешкодах або зміні умов руху. Навчання моделей здійснювалося на основі масиву даних, зібраного у реальних умовах функціонування техніки, із використанням понад 1200 епізодів польового обробітку.

Аналіз ефективності системи проводився на прикладі міжрядного обробітку сільськогосподарських культур з урахуванням різних конфігурацій і навісних систем. Оцінювалися параметри відхилення від заданої траєкторії, рівень перекриття оброблених зон, енерговитрати, а також ступінь динамічної стабільності агрегату при роботі в неоднорідному ґрунтовому середовищі.

Результати моделювання та стендових експериментів засвідчили такі основні переваги запропонованої системи: зменшення середнього відхилення від еталонної траєкторії руху агрегату до 3,6 см (порівняно з 11–13 см при ручному керуванні); стабілізація швидкості агрегату в межах $\pm 2,5\%$ від цільового значення за рахунок динамічного регулювання навантаження; скорочення тривалості реакції системи на перешкоди до 0,8 с; зниження частки пропущених або повторно оброблених ділянок на 55–65%; зменшення витрат пального до 8% завдяки оптимізації траєкторії та уникненню холостого пробігу.

Окрему увагу приділено питанням безпеки та контролю. Впроваджено механізм резервного ручного втручання, систему попередження про ризики зіткнення, а також інтеграцію з мобільним додатком для моніторингу в режимі реального часу. Завдяки цьому можлива оперативна діагностика та адаптація до змін у технологічному середовищі.

Висновки

Результати проведеного дослідження демонструють високий потенціал інтелектуальних систем керування МТА як ефективного інструменту зменшення впливу людського фактора на результати агротехнічних операцій. Отримані результати підтверджують, що запропонована система дозволяє: стандартизувати якість польових робіт незалежно від навичок оператора; підвищити продуктивність і точність виконання технологічної карти; забезпечити кращу адаптацію до змінних умов середовища; зменшити експлуатаційні витрати та підвищити екологічну ефективність.

Впровадження таких систем є важливим кроком у напрямку розвитку точного землеробства, автоматизації агровиробництва та побудови стійких і технологічно гнучких агросистем.

Список використаних джерел

1. Макаренко М. Г. Перспективи тракторобудування // Агробізнес сьогодні. - 2014. - № 9. - С. 54-56.
2. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуємих на передній і задній навісних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. 36. наук. пр., вип. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.
3. Макаренко М. Г, Пиріжок В. І., Хейло В. О. Підвищення експлуатаційних показників мобільних енергетичних засобів блочно-модульної

побудови. // Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.) / – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 119 - 121.

4. Макаренко М. Г., Кривоніс С. В. Використання електронних мікропроцесорних систем для руху трактора по заданій траєкторії. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті» 04-05. 04. 2024С. 190.

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

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

7. Макаренко М.Г., Калашник Є.А. Роль інформаційних технологій у вдосконаленні функціональних можливостей блочно-модульних тракторів. // Технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. С. 67 – 68.

8. ДСТУ ISO 12188-2:2012. Системи автоматичного керування тракторами і машинами. Частина 2. Методи випробувань у полі.

9. Liu, H., Yu, H., Zhang, Q. Deep Learning-Based Adaptive Path Planning for Agricultural Robots. // Computers and Electronics in Agriculture. – 2022. – Vol. 198.

УДК 921.1

ГЕОТЕРМАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Бондарєв В.К. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

У сучасному світі питання енергетичної безпеки та екологічної стійкості набувають все більшої актуальності. З огляду на обмеженість викопних ресурсів і загрозу глобального потепління, людство дедалі більше звертається до відновлюваних джерел енергії.

Одним із перспективних і ще недостатньо використаних напрямів є геотермальна енергія — тепло надр Землі, яке можна ефективно застосовувати як для опалення, так і для виробництва електроенергії. Цей вид енергії має великий потенціал, зокрема й для України, яка володіє значними запасами термальних вод. У тезах нижче розглянуто основні принципи роботи геотермальних систем, їхні переваги та недоліки, а також перспективи впровадження геотермальної енергетики в нашої державі.

Геотермальна енергія — це теплова енергія, яка походить з надр Землі. Вона утворюється в результаті розпаду радіоактивних елементів у глибоких шарах планети, а також завдяки залишковому теплу від утворення Землі. У певних регіонах, де земна кора тонша або має розломи, це тепло піднімається

ближче до поверхні й може бути використане для виробництва електроенергії або теплопостачання. Одним із найбільш яскравих прикладів природного прояву геотермальної активності є гарячі джерела, гейзери, вулкани.

Суть використання геотермальної енергії полягає в тому, щоб бурити свердловини до гарячих підземних вод або парових покладів, піднімати їх на поверхню й використовувати для обертання турбін електростанцій або для безпосереднього опалення. Існують різні типи установок: деякі використовують суху пару, інші — гарячу воду, а треті застосовують так звані бінарні цикли, де тепло передається проміжній рідині, яка випаровується при нижчій температурі.

Геотермальна енергія має низку важливих переваг. По-перше, вона є відновлюваною: поки існує тепло в надрах Землі, ми можемо його використовувати. По-друге, вона екологічна: викиди парникових газів під час виробництва енергії з геотермальних джерел є мінімальними. По-третє, це стабільне джерело: геотермальна енергія доступна цілорічно, на відміну від сонячної чи вітрової, які залежать від погодних умов.

Проте існують і виклики. Найбільшим із них є висока початкова вартість будівництва геотермальної електростанції, зокрема буріння свердловин, яке може сягати декількох кілометрів у глибину. Також є географічні обмеження: не у всіх регіонах є достатній геотермальний потенціал для економічно доцільного використання. Крім того, у деяких випадках закачування води в надра може спричиняти локальні сейсмічні коливання.

На сьогодні лідерами з використання геотермальної енергії є Ісландія, США, Філіппіни, Індонезія та Італія. В Ісландії, наприклад, понад 90% будинків опалюється за рахунок геотермальних джерел. У США найбільше скупчення геотермальних електростанцій зосереджене в Каліфорнії, зокрема регіон "The Geysers" є одним із найпотужніших у світі.

В Україні геотермальна енергія поки не відіграє великої ролі в енергетичному балансі. Проте дослідження показують, що в нашій країні існує значний геотермальний потенціал, особливо в південних та східних регіонах. Найбільші перспективи мають Закарпаття, Крим, Харківська та Полтавська області. Геотермальну енергію вже частково використовують у курортних зонах (наприклад, у Косино), але для промислового впровадження потрібні інвестиції та сучасні технології.

У майбутньому геотермальна енергія може стати важливою складовою глобального переходу до відновлюваних джерел енергії. Її переваги в поєднанні з науковими досягненнями в галузі буріння та геологічних досліджень дозволяють сподіватися на значне розширення використання цього джерела. При раціональному підході геотермальна енергетика може стати одним з ключових напрямів енергетичної незалежності та збереження довкілля.

Висновок.

Геотермальна енергія є надійним, екологічно чистим та перспективним джерелом енергії, яке може значно зміцнити енергетичну незалежність країн, зокрема України. Її використання не лише сприяє зменшенню викидів парникових газів, а й забезпечує стабільне постачання тепла та електроенергії.

Попри існуючі технічні та економічні виклики, розвиток цієї галузі є реальним завдяки наявному потенціалу та сучасним технологіям. За умови активної підтримки з боку держави, залучення інвестицій та популяризації знань про геотермальні ресурси, цей вид енергії може стати важливою складовою сталого майбутнього України.

Список використаних джерел

1. Вікіпедія: Геотермальна енергія в Україні
2. Держенергоефективності України: saee.gov.ua
3. RepowerUA: Геотермальна енергія: тепло Землі для зеленого майбутнього
4. U.S. Environmental Protection Agency: archive.epa.gov

УДК 631.372.2

ДОСЛІДЖЕННЯ МАНЕВРОВИХ ЯКОСТЕЙ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ КОМБІНОВАНИХ АГРЕГАТІВ

Макаренко М.Г. доцент, Хейло В.О. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Виконаний аналіз маневрових якостей машинно-тракторних агрегатів (МТА), акцентуючи увагу на різноманітних інженерних рішеннях: активному підрулюванні, адаптивному демпфуванні ходової частини, динамічному розподілі центра мас та оптимізації навісного обладнання. Розглянуто вплив геометричних характеристик шасі, параметрів демпфування, алгоритмів активного підрулювання та зміщення навісного обладнання на основні показники.

Збільшення площ оброблюваних земель, зростання вартості палива та трудових ресурсів вимагають оптимізації технічних характеристик тракторів. Маневрові якості, такі як радіус повороту, час стабілізації та рівень бічних прискорень, значно впливають на точність обробітку полів, збереження ґрунтового покриву та безпеку водія. Особливо актуальним є питання забезпечення безпеки на ділянках зі змінними рельєфами [1].

Дослідженнями встановлено, що при використанні навісного культиватора масою 1400 кг на трактор ХТЗ-160 (модель ХТЗ-16131) відбувається істотне зміщення центра мас агрегату. Згідно з уточненими розрахунками, при переміщенні точки кріплення культиватора на кожні 50 мм назад центр мас зміщується на приблизно 7–8 мм у поздовжньому напрямку, а також на 20–25 мм у поперечному — залежно від точного положення тяг. Це зміщення спричиняє асиметрію навантаження на осі та порушення балансу, що, у свою чергу, призводить до підвищення бічних прискорень. Згідно з вимірюваннями, бічні прискорення досягають пікових значень до 0,43–0,46 g при виконанні поворотів радіусом 12 м на швидкості 10 км/год. Такий рівень прискорень вважається критичним, оскільки перевищення порогу 0,4 g значно підвищує ймовірність

втрати стійкості агрегату, особливо на нерівних ділянках поля або при русі по вологому ґрунту. Це обґрунтовує необхідність конструктивного обмеження зміщення центра мас і впровадження адаптивного демпфування або автоматичного вирівнювання навантаження [2,3].

Використання системи John Deere AutoTrac та CLAAS C-MATIC демонструє ефективність у зменшенні радіуса повороту на 15–25 % завдяки інтеграції активного підрулювання, сенсорного моніторингу та електронного контролю стабільності. Проте, попри успішне зниження радіуса, у практиці використання зазначених систем виникає необхідність точного налаштування параметрів алгоритмів управління з урахуванням геометрії конкретного агрегату. Це пов'язано з тим, що навіть незначні відхилення у колісній базі, ширині колії, розподілі маси або конструктивних особливостях (наприклад, положенні навісного обладнання чи роботи гідросистеми) можуть змінити динаміку маневру. В умовах експлуатації таких тракторів, як ХТЗ-160, з жорсткою рамною конструкцією та регульованою шириною колії, потреба в індивідуальній адаптації є особливо важливою. Без урахування цих особливостей використання готових алгоритмів може не лише знизити ефективність керування, а й призвести до дестабілізації руху агрегату, особливо під навантаженням чи в умовах зниженого зчеплення з ґрунтом.

Наразі відсутній комплексний науково обґрунтований підхід, який би ефективно поєднував результати натурних польових випробувань із високоточними цифровими симуляціями в єдину аналітичну структуру, здатну адаптувати параметри демпфування та управління залежно від індивідуальних конструктивних особливостей конкретної моделі машинно-тракторного агрегату (МТА). Зокрема, в більшості існуючих досліджень і розробок недостатньо враховуються такі змінні фактори, як положення центра мас у динаміці, регульована ширина колії, наявність навісного обладнання з варіативною масою, а також вплив топографії ґрунту. Тому виникає потреба у створенні модифікованих моделей керування, які здатні автоматично калібруватися під задані геометричні параметри трактора (наприклад, ХТЗ-16131) та в режимі реального часу змінювати налаштування демпфування і підрулювання для забезпечення оптимальних маневрових характеристик [4-7].

Активне та пасивне підрулювання тракторів суттєво відрізняються за принципом дії, динамікою виконання маневру та впливом на стійкість агрегату. У системі пасивного підрулювання поворот здійснюється виключно за рахунок передніх коліс, у той час як задні залишаються жорстко закріпленими по ходу руху. Це обмежує кут повороту та збільшує радіус траєкторії, що в умовах обмеженого простору знижує маневровість.

Навпаки, система активного підрулювання забезпечує синхронізований поворот задніх коліс у протилежному напрямку до передніх (або в тому самому — залежно від швидкості), що суттєво зменшує радіус повороту. Наприклад, при кутах δ задніх коліс на рівні 7° трактор ХТЗ-16131 демонструє зменшення радіуса на 2–3 м у порівнянні з класичною конфігурацією. Згідно з даними моделювання, середнє скорочення радіуса становить близько 20%, що

підтверджується розрахунковими моделями в MATLAB/Simulink.

Крім того, активне підрулювання дозволяє зменшити відхилення від заданої траєкторії на повороті, забезпечує плавніший вхід у дугу та підвищує керованість у складних польових умовах. Це особливо актуально під час виконання розворотів на краях поля або в зонах із перешкодами (рис. 1).

Максимальні бічні прискорення є важливим показником для оцінки стійкості машинно-тракторного агрегату (МТА) під час маневрування. Підвищення цього параметра призводить до збільшення поперечного навантаження на шасі, що може спричинити часткову втрату зчеплення коліс із ґрунтом, особливо на вологих або нерівних ділянках поля. Аналіз показав, що при пасивному підрулюванні бічні прискорення сягали 0,45 g на швидкості 10 км/год, тоді як при активному підрулюванні із кутом $\delta = 7^\circ$ цей показник знизився до 0,35 g. При вищих швидкостях (15 км/год) значення зростали, однак перевага активного підрулювання залишалася стабільною.

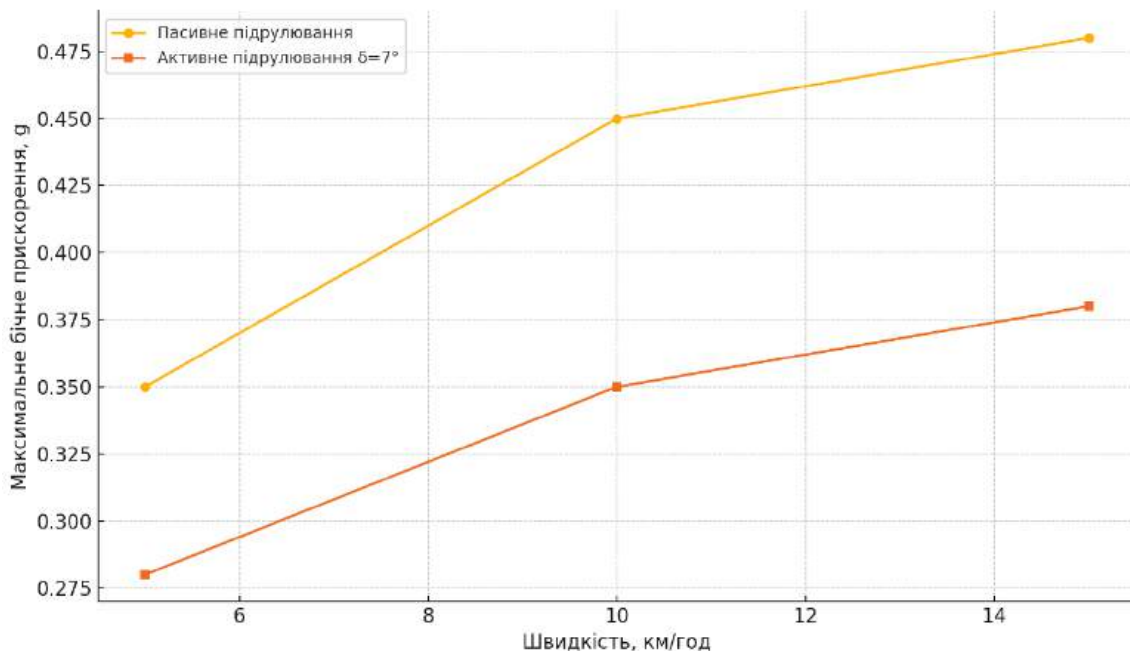


Рис. 1. Залежність радіуса повороту від швидкості для активного та пасивного підрулювання

Це свідчить про зменшення навантаження на бокові поверхні шин та покращення загальної стійкості траєкторії руху. Відповідні показники підтверджують доцільність впровадження адаптивного підрулювання у системи управління МТА для зниження ризиків зриву агрегату при поворотах з великою швидкістю або під час роботи з важким навісним обладнанням.

Час стабілізації після виконання повороту — це один з важливих параметрів, що характеризує динамічну стійкість машинно-тракторного агрегату. Він визначає, скільки часу потрібно, щоб система повернулася до рівноважного стану після збурення. Аналіз експериментальних даних, представлених на графіку, демонструє чітку тенденцію до зменшення часу стабілізації зі збільшенням швидкості як у випадку пасивного, так і активного підрулювання.

Для пасивного підрулювання характерний більш тривалий перехідний процес: при 5 км/год час стабілізації становить 3,0 с, тоді як при 15 км/год — 2,2 с. У разі активного підрулювання із кутом $\delta = 7^\circ$ спостерігається значно швидше повернення агрегату до стабільного стану: 2,2 с на 5 км/год і лише 1,5 с на 15 км/год. Це зниження досягає 25–30 %.

Такий результат пояснюється зменшенням амплітуди коливань платформи та швидшим демпфуванням відхилень за рахунок дії адаптивного керування. Крім того, ефект полягає у зменшенні моменту інерції обертання навколо вертикальної осі завдяки синхронному контролю кута повороту задніх коліс. Це дозволяє швидше стабілізувати курс руху та знизити навантаження на рульову систему. Переваги активного підрулювання особливо проявляються в умовах високих робочих швидкостей, де час реакції системи має вирішальне значення для точності проходження маршруту та безпеки виконання агротехнічної операції.

Висновки

Застосування активного підрулювання із кутом $\delta = 7^\circ$ на прикладі трактора ХТЗ-16131 дозволяє зменшити радіус повороту до 20 % у порівнянні з пасивним керуванням, що підтверджено експериментально та за допомогою цифрового моделювання в MATLAB/Simulink.

Час стабілізації агрегату після маневру скорочується на 25–30 %, що суттєво покращує динамічну стійкість і дозволяє швидше переходити до наступної робочої операції без втрати точності.

Зменшення максимальних бічних прискорень на 0,1 g (з 0,45 до 0,35 g) при активному керуванні сприяє покращенню зчеплення коліс із ґрунтом, знижує ризик втрати курсової стійкості та забезпечує рівномірність обробітку ґрунту.

Результати підтверджують необхідність впровадження адаптивних систем підрулювання в конструкції сучасних тракторів. Це дозволяє підвищити точність, економічність і безпеку виконання сільськогосподарських операцій в умовах змінного навантаження, рельєфу та обмеженого простору.

Список використаних джерел

1. Макаренко М. Г. Перспективи тракторобудування // Агробізнес сьогодні. - 2014. - № 9. - С. 54-56.
2. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуємих на передній і задній навісних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.
3. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Хейло В. О. Підвищення експлуатаційних показників мобільних енергетичних засобів блочно-модульної побудови. // Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.) / – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 119 - 121.
4. Макаренко М. Г., Кривоніс С. В. Використання електронних мікропроцесорних систем для руху трактора по заданій траєкторії. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті» 04-05. 04. 2024С. 190.

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

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

7. Макаренко М.Г., Калашник Є.А. Роль інформаційних технологій у вдосконаленні функціональних можливостей блочно-модульних тракторів. // Технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. С. 67 – 68.

УДК 921.1

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИКИ МОРЯ

Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Голуб І.В. здобувач ВО

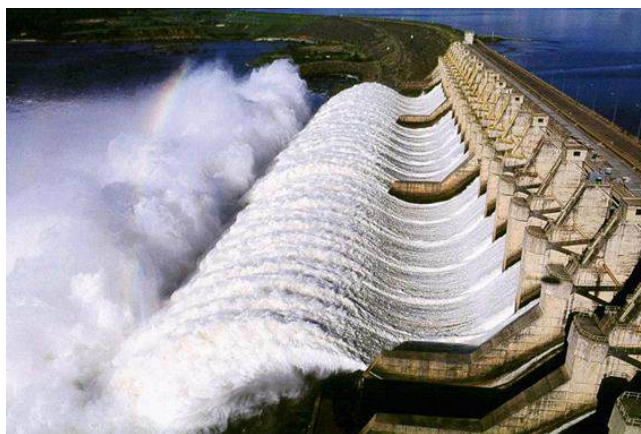
Державний біотехнологічний університет

Морська енергетика є важливим елементом переходу Німеччини до сталої та екологічно безпечної енергетики. Завдяки доступу до Північного та Балтійського морів, країна має значний потенціал для використання різних форм морської енергії. Серед них – енергія хвиль, припливів, морських течій, а також осмотична й теплова енергія. У сучасних умовах зростаючої потреби в чистих джерелах енергії, розвиток морської енергетики має велике значення для енергетичної безпеки та кліматичної стабільності Німеччини.

Морська енергетика охоплює декілька технологій, серед яких провідне місце займають офшорні вітрові електростанції. Німеччина активно інвестує в будівництво морських вітропарків у Північному морі, де стабільні та потужні вітри дозволяють отримувати великі обсяги електроенергії. Ці станції вже стали важливою частиною національної енергосистеми.

Окрім вітрових установок, активно вивчаються інші види морської енергії — енергія хвиль та морських течій. Ці технології поки що перебувають на стадії випробувань, однак їхній потенціал особливо великий в умовах Північного моря. Аналогічно розглядається можливість використання осмотичної енергії — процесу, що виникає при змішуванні солоної та прісної води, який також здатен генерувати електроенергію.

Ще один напрям — припливно-відпливні електростанції. Вони працюють за рахунок різниці у рівні води під час припливів і відпливів, що дозволяє стабільно виробляти електроенергію. У Німеччині ця технологія ще не дуже розвинута через географічні особливості, але її розвиток активно досліджується.



Гідроелектростанції (ГЕС) є одними з найдавніших і найнадійніших джерел відновлюваної енергії. Їхній принцип дії ґрунтується на перетворенні потенційної енергії води в механічну за допомогою турбіни, а потім — у електричну за допомогою генератора.

ГЕС можуть бути як річковими, так і прибережними, що використовують енергію припливів або течій. Ці установки є екологічно чистими, надійними та довговічними.

Одним із провідних виробників обладнання для гідроенергетики є компанія Voith, що розташована у місті Хайденхайм (земля Баден-Вюртемберг). Цей завод виробляє турбіни, генератори та інші елементи для ГЕС, зокрема й морських. Компанія має понад столітній досвід у сфері гідроенергетики та постачає обладнання для електростанцій по всьому світу.

Voith активно розробляє інноваційні рішення для підвищення ефективності виробництва енергії з водних джерел. Їхня техніка вирізняється високою якістю, надійністю та тривалим терміном експлуатації. Саме такі підприємства забезпечують технологічну основу для розвитку сталої енергетики в Німеччині.

Висновок

Морська енергетика в Німеччині — це перспективний напрямок, який поєднує екологічну безпечність, ефективність та технологічні інновації. Вона дозволяє зменшити залежність від викопного палива та скоротити викиди в атмосферу. Гідроелектростанції, зокрема з урахуванням підтримки таких компаній, як Voith, відіграють ключову роль у виробництві сталої енергії. Успішне поєднання державної підтримки, інженерного прогресу та використання природного морського потенціалу відкриває шлях до енергетичної незалежності та досягнення кліматичних цілей країни.

Список використаних джерел

1. Федеральне міністерство економіки та захисту клімату Німеччини – www.bmwk.de
2. Офіційний сайт компанії Voith – www.voith.com
3. Агентство з відновлюваної енергії Німеччини – www.unendlich-viel-energie.de
4. European Marine Energy Centre – www.emec.org.uk

5. Statista – Offshore wind power in Germany
6. Наукові статті з Google Scholar за темою: "Marine renewable energy in Germany"
7. Wikipedia (англомовна та німецькомовна версії): статті про tidal energy, wave power, hydroelectric power.

УДК 628.517

ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ВІБРАЦІЙ В АВТОМОБІЛІ

Ковтун І.О., Блезнюк О.В.

Державний біотехнологічний університет

Зниження рівня вібрації шляхом шумоізоляції дозволяє знизити рівень шумів що надходять до автомобіля з навколишнього середовища, а саме таких як шум від колес, шум вітру, звук роботи двигуна та трансмісії. Заходи із шумоізоляції дозволяють суттєво підвищити рівень комфорту в салоні автомобіля.

Під час використання автомобіля неодмінно виникають умови які викликають вібрації та підвищення шумів. Вібрації в автомобілі можуть виникати в двигуні, трансмісії, редукторах та мостах за умови їх несправностей, також якщо порушене балансування коліс, карданних валів, проміжних валів та інших деталей.

При визначенні місць концентрації вібрації існує ряд методів з діагностування за використанням органолептичних методів; мобільних стендів для діагностики; комп'ютерного діагностичного обладнання з акселерометричними датчиками, мікрофонами (рис. 1.); генераторів вібрацій; спеціальних стендів і обладнання (рис. 2) тощо.



Рис. 1. Комплекс Pico Diagnostics NVH



Рис. 2. Використання віброметрів Smart series від компанії Optomet задля тестування автомобілів

Проте під час руху, навіть при повній справності, автомобіля іноді виникають додаткові вібрації в кузові, що пов'язані з нерівностями дорожнього покриття при русі за яким виникають вібрації. Вібрації в автомобілі можуть

суттєво впливати на рівень комфорту під час руху, надійність та довговічність вузлів і агрегатів. З часом, вони призводять до передчасного виходу з ладу деталей механізмів, відмови, також вібрації викликають резонанси, що призводять до появи тріщин в елементах кузова.

Резонанс - це явище, коли зовнішня періодична сила діє на елемент із частотою, близькою до його власної частоти коливань, в наслідок цього амплітуда коливань різко зростає.

Кузовні елементи мають власні резонансні частоти. Під час руху, особливо на певних обертах двигуна, або на нерівностях дорожнього покриття, поверхні з великою площиною можуть входити в резонанс, що проявляється у вигляді підвищення шумів та дискомфорту в салоні автомобіля. Зазвичай такими місцями виникнення резонансів можуть бути двері, підлога, дах, капот та інші елементи кузова автомобіля (рис. 2).

Як правило, під час проведення віброізоляційних робіт особливу увагу слід звертати на кузовні елементи великої площини. Іноді для визначення таких місць достатньо постукувати по елементу й за звуком ударів визначити в якому місці метал схильний до резонансу.

Для зниження вібрації можуть використовуватися різні типи подушки та динамічні демфери, а також різні матеріали з віброізоляції та шумоізоляції (рис. 3). Проте найчастіше для поглинання вібрації використовують спеціальну віброізоляційну фольгу, за її допомоги можливо ефективно знизити рівень сторонніх шумів і вібрацій в салоні автомобіля.



Рис. 3. Засоби шумоізоляції: а) вібраційні демфери; б) віброізоляційна фольга; в) ролик для прокатування

З одного боку є покриття з алюмінієвої фольги, яка захищає матеріал від впливу зовнішнього середовища, а з іншого боку полімерна композиція з клейовим шаром, яка має властивості герметика - не вбирає вологу і не розкладається з часом. Застосовується в самих вібронавантажених зонах автомобіля, за рахунок своєї структури та ваги вона ефективно поглинає вібрації.

Для нанесення віброізоляційної фольги спочатку місце нанесення необхідно очистити від забруднень та вологи, ретельно обезжирити, опісля чого із заздалегідь вирізаного листа зняти захисну плівку та покласти його на визначене місце. Після чого руками слід вигнати повітря з під віброізоляції шляхом ретельного прокатування валиком, що є обов'язковим етапом. Для надійної адгезії температура кузова та віброізоляції повинна становити від 20 до 35 °С. При нанесенні слід враховувати те що зі збільшенням товщини слою ефективність поглинання вібрації збільшується. Для більш повноцінного ефекту

допускається наклеювання поверх віброізоляції шару шумоізоляції.

Список використаних джерел

1. Основи діагностики автомобіля: Навчально-методичний посібник до практичних та самостійних робіт студентів вищих навчальних закладів України укладачі: Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є., Клімов О.М. Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2013. 188 с.

2. Вібраційна діагностика машин. Проектування, виготовлення, експлуатація. Видання друге, перероблене і доповнене: монографія / В.Д.Мигаль, Щ.В. Аргун. Харків: Майдан, 2024. 440 с.

УДК 921.1

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ СТІЧНИМИ ВОДАМИ. ВИЯВЛЕННЯ ПРИХОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У СТІЧНИХ ВОДАХ

Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Накрапленний О.Г. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Характеристики стічних вод кожного об'єкта відрізняються залежно від місця розташування та сектора ринку, в якому воно працює.

Таким чином, ці характеристики впливають на потреби в очищенні стічних вод і повинні враховуватися при визначенні оптимального методу очищення. Необхідно також враховувати державні норми, щоб визначити відповідну проектну основу під час будівництва нової або вдосконалення існуючої інфраструктури.

Використання програмного забезпечення для моделювання для аналізу альтернатив, створення сценаріїв «що, якщо» та побудови планів на випадок непередбачених ситуацій може допомогти організації оцінити альтернативи, починаючи від простого коригування рН і закінчуючи складними повними процесами очищення, які дозволяють здійснювати прямий скид. Визначення інноваційних, економічно ефективних методів, які ефективно очищають стічні води та надають організаціям додаткові переваги, мають бути пріоритетними під час розробки короткого списку альтернатив.

Виявлення економічно ефективних джерел енергії для забезпечення операцій є пріоритетом для організацій. На щастя, для тих, хто виробляє значну кількість стічних вод, самі стічні води часто можуть бути прихованим джерелом енергії у формі біогазу.

Органічні потоки високої міцності можна обробляти анаеробно, щоб виробляти енергію для виробництва електроенергії або використовувати теплові процеси, такі як котли. Приклади часто можна знайти в виробництві продуктів харчування та напоїв, включаючи бойні та молокозаводи, де технологічні стічні води можна очищати в анаеробних умовах.

Високоміцні технологічні стічні води з виробництва харчових продуктів і напоїв зазвичай очищаються за допомогою однопосудинних мезофільних

анаеробних лагунних або резервуарних реакторів. Залежно від вихідної сировини, альтернативні конфігурації анаеробного варочного котла можуть максимізувати виробництво біогазу. Одним із методів є переведення існуючих мезофільних анаеробних варочних котлів на температурно-фазний процес анаеробного зброджування.

В інших сферах застосування виробник може замовити розробку та виготовлення електричного генератора, що працює на біогазі, що виробляється в результаті його діяльності, який також може забезпечити значні ресурси гарячої води для задоволення потреб у опаленні.

Цей метод управління стічними водами очищає стічні води, зберігаючи цінні ресурси для повторного використання, підтримуючи екологічну стійкість і прибутковість організації.

Список використаних джерел

1. <https://ecolog-ua.com/news/innovaciyni-metody-upravlinnya-stichnymy-vodamy>
2. www.watertechonline.com

УДК 631.372.02

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РЕГУЛЬОВАНОГО НАДДУВУ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ТРАКТОРА

Макаренко М.Г. доцент, Лобинський Д.Р. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Представлено результати дослідження впливу інтелектуальної системи регульованого наддуву на динамічні характеристики дизельного двигуна трактора. Проведено моделювання адаптивної системи наддуву з урахуванням змін навантаження та режимів експлуатації. Отримані результати свідчать про зменшення часового лагу реакції двигуна та підвищення його енергоефективності.

Розвиток сучасного сільськогосподарського машинобудування супроводжується зростаючими вимогами до технічних характеристик тракторів, зокрема їх енергетичних параметрів, стабільності, паливної економичності та здатності до адаптації в умовах змінного навантаження. В умовах інтенсивного використання техніки в аграрному секторі зростає необхідність у впровадженні інтелектуальних систем, які здатні в режимі реального часу забезпечувати оптимальні параметри роботи двигуна. Одним із основних рішень у цьому напрямку є розробка інтелектуальної системи регульованого наддуву [1 - 4].

Основною метою дослідження було розроблення та оцінка ефективності адаптивної системи регульованого наддуву, що дозволяє в автоматичному режимі змінювати подачу повітря до циліндрів залежно від навантаження, частоти обертання колінчастого вала, температури зовнішнього середовища та

інших параметрів. Така система забезпечує зменшення інерційної затримки при реакції двигуна на зміну навантаження та підвищує загальний коефіцієнт корисної дії агрегату [5 - 12].

Для реалізації поставленої наукової задачі нами було створено математичну модель, що імітує комплекс динамічних процесів, які відбуваються у впускному тракті дизельного двигуна внутрішнього згоряння, оснащеного турбокомпресором із регульованою геометрією. Такий тип компресора дозволяє змінювати положення направляючих лопатей відповідно до миттєвих умов роботи двигуна, що суттєво підвищує адаптивність системи наддуву.

Керування турбокомпресором здійснюється електронним блоком управління, який функціонує за принципами нечіткої логіки та методів машинного навчання. Це забезпечує можливість прийняття гнучких і обґрунтованих рішень щодо режимів наддуву у ситуаціях, коли класичні алгоритми ПІ-регулювання виявляються неефективними через складність та багатофакторність впливів на двигун. Реалізований алгоритм самонавчання дозволяє оптимізувати параметри наддуву відповідно до попереднього досвіду експлуатації, враховуючи сезонність, характер ґрунтів, вагу причіпного обладнання та інші зовнішні фактори.

До складу створеної математичної моделі інтегровано низку критично важливих підсистем, які дозволяють забезпечити високоточний моніторинг і регулювання основних параметрів функціонування системи наддуву. Зокрема, реалізовано блок збору даних з датчиків абсолютного і надлишкового тиску у впускному колекторі, що дає змогу здійснювати контроль за рівнем повітряного заряду. Додатково задіяно термодатчики, розташовані на вході в компресор, для коригування роботи турбокомпресора в умовах різких температурних коливань.

Особливу увагу приділено модулю вимірювання об'ємної витрати повітря, для чого застосовано витратомір вихрового типу, який відзначається високою стабільністю показників у динамічних режимах. У поєднанні з алгоритмами обробки сигналів це забезпечує достовірне визначення миттєвого коефіцієнта надлишку повітря, що є визначальним для ефективного та екологічно безпечного згоряння паливоповітряної суміші.

У моделі враховано також процеси турбулізації повітряного потоку, термічні втрати по довжині впускного тракту, ступінь однорідності розпилю пального, геометричні особливості форсунок та кінематику факела згоряння. Ретельне ітеративне налаштування цих параметрів дозволило отримати надзвичайно точні прогностичні результати щодо ефективності згоряння, стабільності тягових характеристик і рівня викидів продуктів згоряння. Такий підхід повністю відповідає сучасним вимогам системного інжинірингу в галузі енергетичних систем тракторної техніки.

Такий рівень деталізації та системної інтеграції математичної моделі дозволив нам отримати якісно новий інструмент для аналізу і подальшої оптимізації системи наддуву з позицій енергоефективності, динамічної стабільності й екологічності, що повністю відповідає сучасним викликам в галузі тракторного двигунобудування.

Комплексне дослідження ефективності інтелектуальної системи регульованого наддуву проводилося з використанням методів комп'ютерного моделювання у середовищі MATLAB/Simulink, що забезпечило точне чисельне відтворення динамічних режимів роботи двигуна з турбонаддувом. Моделювання охоплювало як стандартні навантажувальні умови, так і критичні перехідні режими, дозволяючи дослідити поведінку системи в умовах, наближених до реальних польових операцій.

На основі отриманих даних була проведена оптимізація основних параметрів алгоритмів регулювання – зокрема, затримки реакції системи, адаптивності до зовнішніх збурень, стабільності підтримки заданого тиску наддуву. Після етапу чисельної перевірки ефективності, модельні рішення були апробовані в умовах лабораторного експерименту з використанням стенду на базі дизельного двигуна, інтегрованого з прототипом інтелектуальної наддувної системи.

Верифікація результатів дозволила підтвердити достовірність моделювання та обґрунтувати практичну доцільність застосування розробленої системи. Було встановлено такі ключові покращення характеристик двигуна:

- зменшення інерційної затримки турбонагнітача до 18 %, що позитивно впливає на прискорення реакції двигуна на зміну навантаження;

- зростання приросту крутного моменту при короткочасних пікових навантаженнях до 12 %;

- покращення ефективності згоряння пального на 7 % завдяки стабілізації повітряно-паливної суміші;

- зниження питомої витрати пального на 4–5 % у порівнянні з традиційною схемою наддуву;

- зменшення викидів оксидів азоту (NOx) і часток сажі, що має екологічне значення.

Аналіз отриманих результатів засвідчив високу ефективність застосування адаптивного наддуву на практиці. Установлено, що інтелектуальні системи особливо ефективні у випадках, коли режим роботи трактора характеризується частими переходами між різними навантаженнями та швидкостями. Крім того, використання цифрових технологій управління відкриває можливості для інтеграції з іншими смарт-системами, такими як навігація, агрономічні інформаційні платформи та автоматизоване управління агрегатом.

У подальшому доцільним є дослідження впливу інтелектуальної системи наддуву на довговічність елементів двигуна, а також розробка алгоритмів самодіагностики та прогнозування технічного стану наддувного тракту. Це дозволить забезпечити не лише підвищення динаміки, а й зниження витрат на обслуговування та ремонт тракторної техніки.

Висновки

У межах проведеного дослідження було розроблено, математично змодельовано та апробовано прототип інтелектуальної системи регульованого наддуву, адаптованої для використання на дизельних двигунах тракторної техніки. Комплексне поєднання методів комп'ютерного моделювання,

алгоритмів нечіткої логіки та машинного навчання дозволило створити ефективний інструмент управління впускним трактом, здатний адаптуватися до змінних режимів навантаження та експлуатаційних умов. Побудована модель може бути інтегрована в системи цифрового управління сільськогосподарськими машинами, забезпечуючи технологічну сумісність із концепцією точного землеробства.

Таким чином, результати дослідження підтверджують високу ефективність інтелектуальних систем наддуву як інноваційного напрямку модернізації силових установок сільськогосподарської техніки та обґрунтовують доцільність їх впровадження в умовах сучасного АПК.

Список використаних джерел

1. Макаренко М. Г. Перспективи тракторобудування // Агробізнес сьогодні. - 2014. - № 9. - С. 54-56.
2. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Хейло В. О. Підвищення експлуатаційних показників мобільних енергетичних засобів блочно-модульної побудови. // Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.) / – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 119 - 121.
3. Основи конструкції тракторів та мобільних енергозасобів Case IH / А.Т. Лебедев, М.Г. Макаренко, О.М. Макаренко, І.О. Шевченко, М.Л. Шуляк, В.М. Манойло. За ред. А.Т. Лебедева. Харків.: ХНТУСГ, 2017 . 183 с.
4. Пиріжок В.І., Макаренко М.Г. Дослідження структури адаптивної системи керування блочно-модульного агрегата. // Матеріали XIX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті». Харків, 2023. – С. 60.
5. ДСТУ 4278:2021. Двигуни тракторів та сільськогосподарських машин. Методика оцінки динамічних показників.
6. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
7. Макаренко М.Г., Калашник Є.А. Роль інформаційних технологій у вдосконаленні функціональних можливостей блочно-модульних тракторів. // Технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. С. 67 – 68.
8. Макаренко М. Г., Шевченко І. О, Кривоніс С. В. Оптимізація систем керування двигунами вантажних автомобілів // Збірник тез та доповідей міжнародної конференції «Енергетичні установки та альтернативні джерела енергії». 11–12 березня 2024 року, ХНАДУ, – Харків, 2024. –С. 271 – 274.
9. Макаренко М. Г., Шевченко І. О., Хейло В. О., Пиріжок В. І. Електронні системи керування та діагностики сучасних автомобілів: проблеми і рішення. // Збірник тез та доповідей міжнародної конференції «Енергетичні установки та альтернативні джерела енергії». 11–12 березня 2024 року, ХНАДУ, – Харків, 2024. –С. 274 – 278.

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

11. Макаренко М. Г., Кулаков Ю. М. Підвищення експлуатаційних показників вантажного автомобіля вдосконаленням системи наддуву двигуна ММЗ Д-260.4. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції навчально-наукового інституту механотроніки і систем менеджменту 16-17 травня 2019 року. - Харків : ДБТУ, 2019 С. 57.

12. SAE Technical Paper 2019-01-1167. Optimization of Turbocharging Control Strategies for Off-Highway Diesel Engines. – SAE International, 2019.

УДК 631.3.004

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ

Мироненко В.Г. д.т.н. професор, Жовтий О.С. аспірант

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України*

Актуальною проблемою сучасного рослинництва є пошук способів та створення відповідних технічних і програмних рішень для зменшення непродуктивних витрат пального при виконанні основних технологічних операцій.

В структурі загальних витрат енергії в рослинництві витрати пального складають понад 20%.

Витрати пального на одиницю виробленої продукції рослинництва в Україні значно вищі, ніж у розвинутих країнах Європи. Непродуктивні витрати пального пов'язані, насамперед із недостатньо ефективною організацією роботи машинно-тракторних агрегатів (МТА), проте вони можуть бути зменшені за рахунок оперативного контролю за допомогою відповідних технічних засобів під час роботи машинно-тракторного агрегату [1].

Поставлена задача може бути вирішена шляхом доповнення професійної кваліфікації тракториста додатковими інтелектуальними рекомендаціями відповідних технічних засобів, сформованих на основі обробки значних об'ємів різнопланової інформації [2], у тому числі шляхом порівняння нормованих питомих витрат пального визначеного МТА з реальними питомими витратами пального [3]. При цьому повинні бути сформовані відновлювальні бази даних і бази знань щодо можливих витрат пального для конкретних МТА з можливістю вибору технологічної операції та параметрів (рис.1).

Необхідна інформація може передаватися за допомогою глобальної системи позиціонування (GPS-каналу) в центри контролю за роботою машинно-тракторних агрегатів. Як наслідок, розраховується повна витрата пального під час виконання основних польових робіт, робіт із навісними пристроями,

транспортних робіт, на стоянках, холостих переїздах, роботи з підвищеним буксуванням коліс (визначається на підставі даних датчиків дійсної і теоретичної швидкості трактора), а також під час виконання робіт, що не пов'язані зі виконанням заданої технологічної операції.

Результати проведених досліджень показують, що непродуктивні витрати пального можуть бути зменшені за рахунок вибору раціонального режиму роботи двигуна – до 12%, за рахунок вибору раціональної передачі трансмісії – понад 15%, за рахунок раціонального керування навісним механізмом з урахуванням буксування – до 12%, за рахунок стабілізації прямолінійного руху – до 6%.

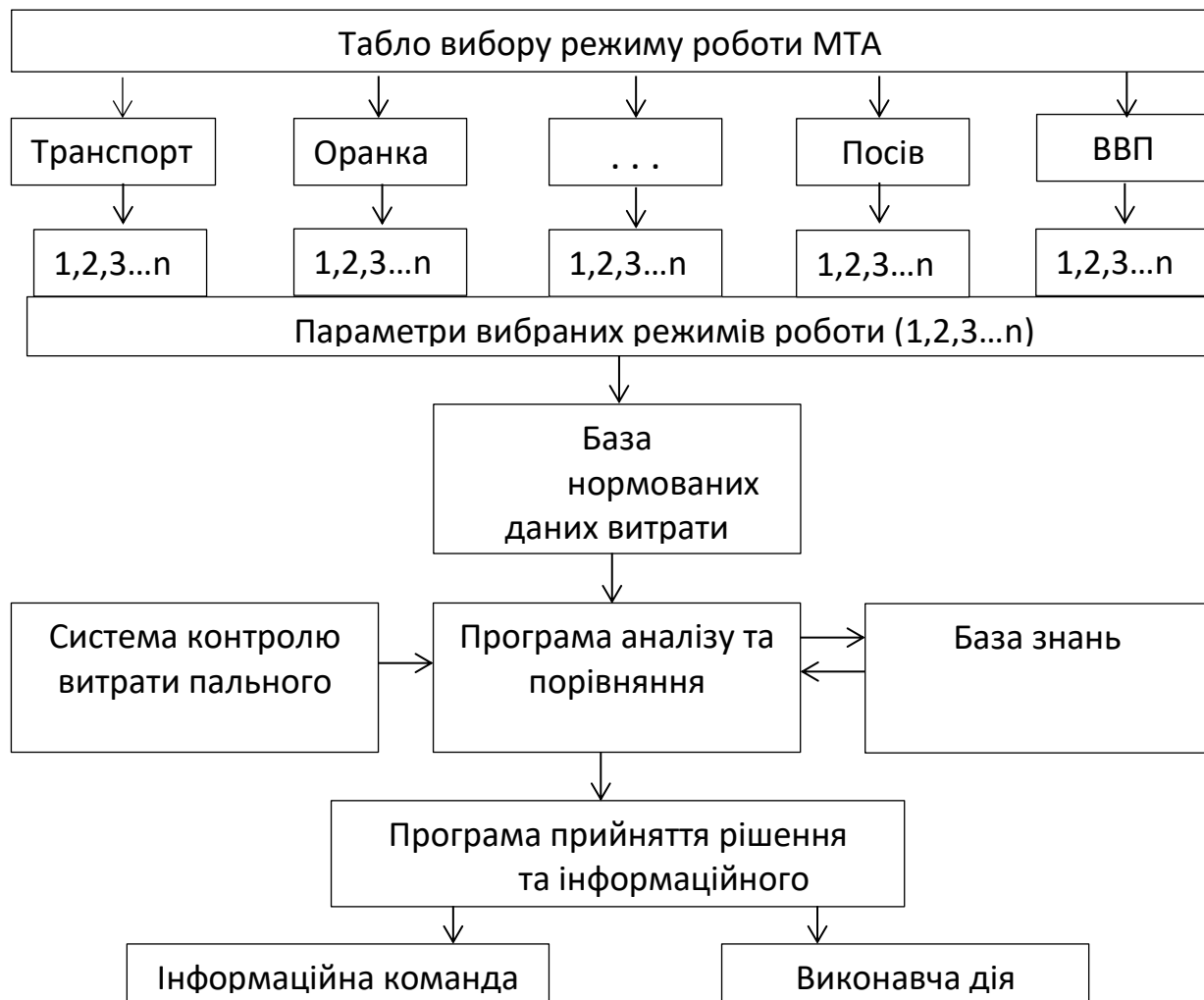


Рис.1. Структурно – логічна схема інформаційного забезпечення щодо непродуктивної витрати пального машинно-тракторними агрегатами

Висновок.

Суттєве зменшення непродуктивних витрат пального машинно-тракторним агрегатом може бути досягнуто шляхом використання інтелектуальної інформаційної системи на основі порівняння реальних витрат пального з нормовано очікуваними.

Список використаних джерел

1. Антощенко Р.В., Антощенко В.М. Дослідження енергетичних параметрів функціонування багатоелементних машинно-тракторних агрегатів. Інженерія природокористування. 2016. № 2. С. 105–112.
2. Мироненко В.Г. Науково – технічні основи розробки засобів механізації з керованою якістю виконання технологічних процесів у рослинництві. Дисертація доктора технічних наук. К., 2006. – 398 с.
3. Мироненко В.Г., Жовтий О.С. Організаційно-технологічні передумови раціонального використання пального машинно-тракторними агрегатами. - Вісник аграрної науки. – 2024. – Том 102 №7- С. 61-66.

УДК 631.372.01

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ САМОХІДНОГО ШАСІ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ДИНАМІКИ ПЕРЕМИКАННЯ ТА ЗМЕНШЕННЯ ЗНОСУ

Макаренко М.Г. доцент, Малий В.А. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто підходи до удосконалення конструкції муфти зчеплення самохідного шасі з метою підвищення її надійності, зменшення зносу і покращення динаміки спрацьовування при навантаженні. Запропоновано параметричну оптимізацію з урахуванням контактних навантажень, температурних режимів та типових режимів експлуатації.

Муфта зчеплення є важливим елементом трансмісії самохідних сільськогосподарських машин, від якого залежить плавність перемикання, стійкість роботи агрегату при змінних навантаженнях, а також довговічність елементів силової передачі. Зношування фрикційних поверхонь, перегрів і вібрації — основні чинники, що знижують ефективність роботи муфти [1 - 3].

Метою дослідження є параметрична оптимізація геометричних і жорсткісних характеристик фрикційної муфти зчеплення самохідного шасі з метою підвищення її експлуатаційної стабільності та зниження втрат енергії при перемиканні [4 - 7].

У процесі дослідження, що виконувалося в межах бакалаврської кваліфікаційної роботи, було проведено глибокий аналітичний розрахунок розподілу контактного тиску на робочих поверхнях фрикційної муфти зчеплення в умовах динамічного та циклічного навантаження. Особливу увагу приділено не лише геометрії поверхонь тертя, а й реологічним властивостям конструкційних матеріалів — ураховано модулі пружності, коефіцієнти теплопровідності, температурні деформації та швидкість адаптації контактного тиску в процесі зношування.

Математична модель також включала варіативні режими змащення — сухий, комбінований та рідинний, кожен із яких має специфічні впливи на тертя

та теплоутворення. При цьому враховувалися коефіцієнти тертя в умовах підвищеної температури та нестабільного теплового навантаження. Крім того, досліджено механізми тепловідведення як через масивні елементи трансмісії, так і через вентиляційні канали та зовнішнє середовище, що дозволило побудувати повноцінну багатofакторну модель термонапруженого стану вузла зчеплення.

Отримані результати лягли в основу формування рекомендацій щодо раціонального вибору матеріалів і форм контактних поверхонь для забезпечення стабільної роботи муфти в умовах змінного навантаження та високих температурних градієнтів.

З метою поглибленого аналізу напружено-деформованого стану муфти з урахуванням одночасного впливу механічних і температурних факторів було створено тривимірну модель вузла в програмному середовищі ANSYS Workbench. У моделі реалізовано повну відповідність геометрії, граничних умов, матеріальних характеристик та контактної взаємодії. Зокрема, враховано появу термічних градієнтів, що впливають на стабільність роботи фрикційного з'єднання та прискорення зносу. Результати чисельного моделювання стали основою для подальшої оптимізації профілю поверхонь і вибору конструктивного рішення для підвищення надійності вузла зчеплення.

У рамках дослідження здійснено порівняльний аналіз трьох конструктивно-функціональних схем фрикційних муфт зчеплення, що можуть бути використані в самохідних шасі. Перша схема — базова класична муфта з сухими дисками, яка характеризується простотою конструкції, проте має обмежену термостійкість та підвищене зношування за інтенсивної експлуатації. Друга — удосконалена муфта з комбінованим змащенням, де передбачено використання мастила для охолодження фрикційної пари. Третя — модернізована конструкція, у якій реалізовано систему вентиляційних каналів, що покращують тепловідвід, та інтегровано зворотний пружинний механізм з підвищеною еластичністю для стабілізації контактного тиску.

Усі конструктивні варіанти були змодельовані в середовищі ANSYS Workbench із дотриманням єдиної системи вхідних навантажень, температурних умов та граничних обмежень. Це забезпечило об'єктивність порівняльної оцінки ефективності схем. Для кожної моделі проводився термострумний та механічний аналіз з урахуванням часової шкали та циклічності роботи зчеплення в польових умовах.

Результати чисельного аналізу показали явну перевагу модернізованої конструкції над іншими розглянутими варіантами. Зокрема, вдалося досягти суттєвого зниження пікових температур у зоні тертя, рівномірнішого розподілу контактного тиску, зменшення осьових переміщень елементів муфти, а також покращення динаміки зчеплення завдяки меншому часу спрацювання та кращій стабільності роботи. Вказані фактори безпосередньо впливають на ресурс елементів, витрати пального та комфорт оператора, що є визначальними критеріями при подальшій інженерній оптимізації.

Рівномірність контактного тиску у модернізованій схемі, за результатами чисельного моделювання, покращено на 22 % порівняно з базовим варіантом. Це

зниження градієнтів тиску свідчить про більш ефективне розподілення навантаження по площі контакту фрикційних елементів, що, в свою чергу, сприяє зменшенню локального перегріву, зниженню зносу і підвищенню ресурсу експлуатації муфти зчеплення в умовах змінних навантажень.

Середня температура фрикційної пари в модернізованій конструкції була знижена на 18 °С за ідентичних умов навантаження, що свідчить про покращену тепловідвідну здатність вузла. Зниження температурного навантаження дозволяє уповільнити деградацію матеріалу фрикційних накладок, зменшити ймовірність термічної деформації елементів, а також забезпечити стабільнішу роботу муфти зчеплення в умовах тривалого циклічного навантаження.

Час повного роз'єднання муфти зчеплення при вимиканні було зменшено на 0,4 с, що свідчить про покращену динамічну характеристику спрацьовування. Це зменшення затримки реагування позитивно впливає на плавність перемикавання передач, знижує навантаження на елементи трансмісії в перехідних режимах та сприяє зменшенню втрат потужності при зміні режиму руху агрегату.

Питомий знос фрикційних накладок у модернізованій конструкції було знижено до 12 % за умов модельного циклу експлуатації, що свідчить про зменшення контактного навантаження, рівномірний розподіл тиску та покращення умов тепловідведення. Такий результат забезпечує підвищення зносостійкості матеріалів тертя, зменшення частоти обслуговування та зниження вартості технічної експлуатації самохідного шасі в цілому. Цей ефект є критично важливим для техніки, що працює в умовах інтенсивних циклів навантаження.

Висновки

Отримані результати свідчать про ефективність запропонованої модернізації муфти зчеплення. Оптимізація її конструкційних параметрів дозволяє підвищити динамічну чутливість системи керування, знизити механічні втрати та продовжити ресурс елементів трансмісії самохідного шасі. Подальші дослідження планується спрямувати на адаптацію конструкції до умов експлуатації з автоматизованими системами керування.

Список використаних джерел

1. Макаренко М. Г. Перспективи тракторобудування // Агробізнес сьогодні. - 2014. - № 9. - С. 54-56.
2. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Хейло В. О. Підвищення експлуатаційних показників мобільних енергетичних засобів блочно-модульної побудови. // Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.) / – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 119 - 121.
3. Макаренко М.Г., Калашник Є.А. Роль інформаційних технологій у вдосконаленні функціональних можливостей блочно-модульних тракторів. // Технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. С. 67 – 68.
4. Пиріжок В.І., Макаренко М.Г. Дослідження структури адаптивної системи керування блочно-модульного агрегата. // Матеріали XIX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті». Харків, 2023. – С. 60.

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

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

7. Макаренко М. Г., Калашник Є. А. Переваги переходу до проактивного технічного обслуговування тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 189.

УДК 921.1

ОФШОРНІ ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Єсіпов О.В. к.т.н. доцент, Дорошенко Т.О. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Офшорні вітряні електростанції – це комплекси вітряних турбін, встановлених у морях та океанах для генерації електроенергії за допомогою сили вітру. Вони розміщуються на шельфі або у глибших водах, де вітер є стабільнішим і потужнішим порівняно з наземними вітряками.

Важливість офшорних вітряків пояснюється кількома ключовими факторами:

Вища ефективність – Відкритий простір над водою дозволяє вітру рухатися без перешкод, що збільшує швидкість повітряного потоку та вироблення енергії.

Менше обмежень у використанні землі – На відміну від наземних вітряків, вони не займають сільськогосподарські угіддя чи житлові зони.

Зменшення впливу на довкілля – Офшорні турбіни не створюють шумового забруднення для людей та менш впливають на екосистему, ніж наземні електростанції.

Стабільніше виробництво енергії – Вітрові потоки над водою є передбачуванішими, що дозволяє краще прогнозувати кількість виробленої електроенергії.

Перехід до відновлюваної енергетики – Офшорні вітряні електростанції сприяють зменшенню викидів CO₂ і є важливим елементом у боротьбі з кліматичними змінами.



Рис. 1. Офшорна вітряна електростанція

Країни, такі як Німеччина, Данія, Великобританія та Китай, активно інвестують в офшорні вітропарки, оскільки вони відіграють ключову роль у переході до безвуглецевої економіки. Офшорні вітряки працюють за тим самим принципом, що й наземні, але мають певні конструктивні особливості через складні умови експлуатації в морі.

Основні етапи роботи офшорної вітрової електростанції:

Захоплення енергії вітру – Лопаті турбіни обертаються під дією вітру, перетворюючи його кінетичну енергію в механічну.

Передача механічної енергії – Обертання лопатей передається через ротор до редуктора та генератора.

Генерація електроенергії – Генератор перетворює механічну енергію в електричний струм.

Передача енергії на берег – Отримана електроенергія подається через підводні кабелі на підстанції, звідки її транспортують у загальну енергосистему.

Моніторинг та управління – Спеціальні комп'ютерні системи контролюють роботу турбін, стежать за погодними умовами та регулюють потужність вироблення.



Рис. 2. Офшорна вітряна електростанція

Основні конструктивні елементи офшорної вітряної турбіни:

Лопаті (ротори) – виготовляються з композитних матеріалів і мають аеродинамічну форму для максимального захоплення енергії.

Гондола (нацель) – містить редуктор, генератор і систему охолодження.

Башта – висока конструкція, що підтримує турбіну.

Фундамент – може бути різних типів: монопалі (забиті в морське дно), гравітаційні основи або плавучі платформи для глибоководних турбін.

Підводні кабелі – забезпечують передачу електроенергії на сушу.

Залежно від глибини розташування, офшорні вітряки бувають стаціонарними (fixed-bottom) – для глибини до 60 метрів, та плавучими (floating wind turbines) – для глибших вод.

Офшорні вітроелектростанції мають величезний потенціал для майбутнього розвитку відновлюваної енергетики. Нові технології, такі як плавучі турбіни, дозволять встановлювати вітропарки навіть у найглибших водах.

Однак є і певні виклики:

Висока вартість будівництва та обслуговування.

Технологічні складнощі встановлення в умовах морської стихії.

Необхідність створення надійних мереж передачі енергії.

Попри це, уряди та інвестори бачать в офшорній енергетиці ключовий шлях до екологічно чистого майбутнього.

Висновок.

Офшорні вітроелектростанції – це не просто джерело чистої енергії, а важливий крок до зменшення залежності від викопного палива та боротьби з глобальним потеплінням. Завдяки постійному розвитку технологій та зниженню витрат, офшорна вітроенергетика стане ще доступнішою та ефективнішою у найближчі десятиліття.

Список використаних джерел

1. REPowerEU: План стрімкого зниження залежності від російського викопного палива і швидкого просування «зеленого переходу» Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/uk/IP_22_3131

2. Netherlands dethrones UK and Germany as Europe's new wind power king [Retrieved from] <https://www.rechargenews.com/wind/netherlands-dethrones-uk-and-germany-as-europes-new-wind-power-king/2-1-969584>

УДК 622.692

СЕРВІСНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ВІДОМЧИХ ЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ ПІДПРИЄМСТВ

Доніч М.О., Отцовіч В.С. здобувачі ВО, Сорокін С.П. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Розглянуті питання щодо регламентів сервісного обслуговування технологічного обладнання відомчих заправних станцій сільськогосподарських підприємств. Впровадження розглянутих регламентів дозволить суттєво знизити кількість відмов двигунів, та підвищити ефективність використання енергетичних засобів на підприємствах.

Сервісне обслуговування технологічного обладнання відомчих заправних станцій підприємств здійснюється за планово - попереджувальним регламентом [1, 2].

Обслуговування резервуарів заправної станції включає комплекс організаційних і технічних заходів, що регламентовані нормативно-технічною документацією. Аварійні ремонти в систему планово-попереджувального обслуговування не входять і виконуються у разі потреби.

ТО резервуарів з арматурою і системою трубопроводів включає:

щоденне технічної обслуговування (ЩТО);

профілактичне технічної обслуговування (ПТО);

поточний ремонт (ПР).

Залежно від виду ПММ, що зберігається і резервуарі регламент їх обслуговування наведений у табл. 1.

Таблиця 1 – Регламент ТО резервуарів

Призначення резервуару	Періодичність проведення ТО		
	ЩТО	ПТО	ПР
Для дизельного палива	на початку,	через	через
для бензину і олів	протягом і в кінці	3 місяця	12 місяців
	робочого дня	через	через
		3 місяця	24 місяця

При **ЩТО** зовнішнім оглядом оцінюють технічний стан трубопроводів, фланцевих і різьбових з'єднань, зварних швів, заземлення, комплектність і технічний стан обладнання, розташованого на кришці резервуара. У наземних резервуарах, обладнаних водобрудоспускною пробкою, зливають відстій. На початку роботи відкривають, а наприкінці – закривають крани, вентилі, хлопапки.

ПТО проводять один раз у 3 місяці. При цьому додатково до операцій ЩТО очищають від пилу і бруду дихальні клапани, перевіряють їх на герметичність і при необхідності регулюють. Заміняють прокладку вимірювального люка і, при необхідності, прокладку на кришці горловини. Перевіряють похибку показань дистанційного показчика рівня палива у

резервуарі і працездатність хлопавки. Промивають сітку приймального клапанна і вогневого запобіжника.

ПР виконують один раз у 24 місяця для резервуарів, призначених для зберігання бензину і олив та один раз у 12 місяців – для резервуарів у яких зберігається дизельне паливо та паливо з вмістом біодизеля.

При виконанні ПР резервуар звільняють від нафтопродукту (проведення ПР приурочують до моменту звільнення резервуара), проводять операції ПТО і, крім цього, перевіряють опір заземлення, стан засобів пожежогасіння і охорони праці; зачищають і миють резервуар. Оцінюють стан зовнішнього і внутрішнього захисних покриттів і, при необхідності, відновлюють їх.

Роботи з технічного обслуговування резервуарів і їхнього обладнання виконують у встановлені річним планом-графіком терміни. ЩТО і ПТО доцільно виконувати господарським методом, а для виконання ПР – залучати фахівців сервісних служб, які мають необхідне устаткування для виконання такого роду робіт, (наприклад: мийно-зачисні установки).

Сервісне обслуговування паливороздавальних колонок (ПРК). У процесі експлуатації ПРК можуть виникати порушення їхньої нормальної роботи. Для підтримання ПРК у працездатному стані проводять її планове профілактичне обслуговування та поточний ремонт. Види ТО, регламент проведення та зміст основних операцій визначені виробником колонки у настановах з експлуатування [3]. Згідно настанов для колонок, що використовуються в умовах відомчих заправних станцій підприємств можна рекомендувати такий регламент ТО ТРК (табл. 2).

Таблиця 2 – Регламент ТО ПРК

Вид сервісного обслуговування	Періодичність	
	у літрах	за часом
Щозмінне	-	Перед, на протязі і по закінченню роботи
Профілактичне ТО	150000	1 раз на три місяці
Поточний ремонт	500000	1 раз на рік

До технічного обслуговування колонки допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки, вивчили настанови з експлуатації, експлуатаційну документацію на її складові частини та мають кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче третьої.

Технічне обслуговування колонок повинно здійснюватись без розкриття опломбованих вузлів та механізмів, що впливають на метрологічні характеристики.

При виконанні робіт ЩТО очищають від пилу і бруду зовнішні поверхні ПРК (передню, задню та бокові стінки, скло індикатора і циферблату, роздавальний рукав і кран), а також відкривають вентиль на трубопроводі по якому паливо надходить до колонки та перевіряють: комплектність колонки, герметичність гідравлічної системи, справність механізму повернення стрілки лічильника рідини у нульове положення, перевірку автоматичного спрацювання роздавального крану, функціонування усіх механізмів колонки шляхом пробного

пуску, надійність кріплення механізмів. Наприкінці робочого дня закривають вентиль на трубопроводі. За необхідністю проводять мийно - прибиральні роботи за допомогою води, мила або легких засобів для видалення оливи.

При профілактичному ТО (ПТО) виконують операції ЩТО і додатково: відкривають передню і задню кришки, очищають від пилу і бруду всі агрегати і внутрішні поверхні колонки, перевіряють і при необхідності регулюють натягнення приводного пасу, перевіряють справність і цілісність заземлюючих пристроїв, оцінюють технічний стан фільтрів і у разі необхідності замінюють паперові фільтрувальні елементи, перевіряють тиск що розвиває насос, продуктивність насосу, похибку лічильника рідини, роботу клапанів роздавального крану.

При поточному ремонті (ПР) виконують операції ПТО і додатково: проводять обслуговування насосу (відкривають задню кришку і промивають внутрішні порожнини і поверхні насосу, при необхідності, замінюють лопатки ротора та мастило у його підшипниках), проводять обслуговування електродвигуна (перевіряють стан вибухозахисних ущільнень, очищають внутрішні поверхні електродвигуна замінюють мастило у підшипниках), проводять обслуговування лічильного пристрою (перевіряють роботоздатність і замінюють мастило у втулках валів), при необхідності фарбують колонку.

Усі відомості про проведене технічне обслуговування колонки заносяться у формуляр.

Сервісне обслуговування засобів транспортування ПММ. Залежно від строків проведення та обсягу виконаних робіт система ТО транспортних засобів (ТЗ): ЩТО – щоденне ТО; ТО1 – після 1500 км пробігу, але не рідше 1 разу у 3 місяці; ТО2 – після 7500 км пробігу, але не рідше 1 разу у 6 місяців, СТО – 2 рази на рік.

Технічне обслуговування шасі автомобіля та інших комплектуючих виробів проводиться згідно з інструкцією з експлуатації.

ЩТО технологічного обладнання ТЗ включає у себе контрольний огляд перед виїздом, контрольний огляд на шляху руху та на зупинках, обслуговування після закінчення робіт.

Перед виїздом контрольний огляд проводиться в обов'язі:

- 1) перевіряють справність автомобіля;
- 2) перевіряють зовнішнім оглядом кріплення вузлів і деталей;
- 3) перевіряють наявність заглушок на рукавах;
- 4) перевіряють герметичність усіх з'єднань трубопроводів та арматури;
- 5) пересвідчуються, що кришка паливної горловини, кришка оглядового люка, вентилі, затвори і засувки закриті;
- 6) перевіряють справність електроустаткування та заземлюючого пристрою;
- 7) при наповненні паливом цистерни, перевіряють справність датчика показника рівня палива;
- 8) зливають відстій;
- 9) перевіряють наявність пломби.

ТО1 включає операції ЩТО і додаткового до цього перевіряють: кріплення насоса та його приводу; кріплення цистерни до шасі та стан кріплення комунікацій; надійність кріплення вузлів електроустаткування та гідравлічного устаткування; масу заряду вогнегасника; справність вимірювальних приладів; стан пофарбованих та оцинкованих поверхонь. Проводять мащення механізмів та збірних одиниць автоцистерни згідно з таблицею мащення.

ТО2 включає операції ТО-1 і додатково необхідно перевірити: продуктивність насоса (за часом заповнення і випорожнення цистерни); сальники насоса; роботу перепускних та комбінованих клапанів; роботу обмежувача наливання та сигналізатора рівня; лічильник рідини на точність відпуску дози. Промивають фільтри та оглядають внутрішню поверхню котла автоцистерни (цілісність і кріплення деталей). При необхідності промивають котел.

СТО допускається суміщати з плановим *ТО*, для цього додатково необхідно: замінити мастило у шліцьовому з'єднанні приводу насоса, збіральних одиницях та механізмах; провести часткове або повне фарбування автоцистерни.

Висновки

Застосування на відомчих заправних станціях сільськогосподарських підприємств запропонованих регламентів сервісного обслуговування технологічного обладнання дозволить суттєво зменшити кількісні та якісні втрати ПММ та знизити кількість відмов автомобілів і тракторів з причини використання неякісних ПММ.

Особливу актуальність запропоновані заходи можуть мати при застосування палив з вмістом біокомпонентів.

Список використаних джерел

1. Практикум з використання паливно-мастильних матеріалів / Сорокін С.П., Козаченко О. В., Клімов П.М., Басенко Л.І. Харків; ХНТУСГ, 2005 – 212 с.
2. ДСТУ 4454:2005 «Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування і зберігання». – URL: <https://www.bondservis.com.ua/files/dsty%20.pdf>
3. КОЛОНКИ паливороздавальні NOVA - ... Настанова з експлуатації. – URL: <https://www.slavutich-azt.com/wp-content/uploads/2021/11/Настанова-до-ПРК-с-Bennett-ноябрь-2021.pdf>

УДК 636.083

ПОЛІПШЕННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ ЗА РАХУНОК БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Шиленко О.П. здобувач ВО

(Державний біотехнологічний університет)

Здійснено розрахунок параметрів біогазової установки, що працює у мезафільному режимі, а також корисний вихід біогазу. Визначено показники енергозбереження в системі підігріву припливного повітря і гарячого водопостачання свинарника за рахунок використання біогазу, що виробляється на фермі

У зв'язку із виснаженням запасів органічного палива та його подорожчанням видобутку ведеться пошук альтернативних шляхів енергозабезпечення споживачів. Одним із таких напрямків є впровадження енергозберігаючих систем, які використовують місцеві енергетичні ресурси. Тваринницькі приміщення вимагають значної витрати палива та електроенергії, оскільки є енергоємним. Гній тварин за певною технологією може бути використаний для отримання біогазу та органічного добрива. У багатьох випадках цей метод енергетичного самозабезпечення тваринницьких ферм має низку переваг. На тваринницьких фермах накопичується велика кількість гною, який може бути корисно використаний споживачем як енергія, при цьому знижується забруднення навколишнього середовища.

Анаеробне зброджування забезпечує знешкодження гною і збереження його як добрива при одночасному отриманні локального джерела енергії - біогазу. Отриманий біогаз можна використовувати у системах теплопостачання різних об'єктів. Після додаткової очистки біогаз можна використовувати для роботи газових електрогенераторів, що виробляють електричну енергію. Ефективність біогазових установок суттєво залежить від вибору технологічної схеми переробки гною, а також способу обігріву та термостатування метантанків.

Сучасний рівень розвитку анаеробної ферментації гною стоків дозволяє покрити за рахунок біогазу 30-35% потреб тваринницьких ферм в тепловій енергії. У сучасних конструкціях біогазових установок завдяки підігріву вбудованими джерелами теплоти, надійної теплоізоляції метантенків і безперервної подачі свіжого підігрітого субстрату забезпечується постійна температура при зброджуванні. Передбачається механічне перемішування субстрату для інтенсифікації зброджування та відведення біогазу.

Більшість біогазових установок засноване на потоковому принципі дії, тобто сировина, що надходить в них, негайно витісняє відпрацьоване. Свіжа порція гною надходить безперервно порційно (2-10 разів на добу), а відбір біогазу та видалення мулу виробляють при необхідності [2,4]. Біогазова установка складається з наступних елементів: приймальної ємності, камери

зброджування (метантанк, реактор), нагрівального пристрою (теплообмінника), пристрої для перемішування субстрату, газгольдера та газового водопідігрівача. Технологічна схема біогазової установки наведена на аркуші 2 графічної частини. Сировина з бункера завантаження надходить у метантанк, де відбувається його зброджування, внаслідок чого утворюється біогаз, що надходить через водяний затвор газгольдер. Частина біогазу прямує до котлу для підтримки необхідної температури в метантанці. Перемішування біомаси відбувається за допомогою мішалки, що рухається електродвигуном. Відпрацьована сировина з метантанку надходить у сховище біодобрив.

У холодну пору року біогаз використовується для роботи повітропідігрівачів К-100 в системі припливної вентиляції, а також для отримання гарячої води на технологічні потреби з відбором з теплового контуру біогазової установки. Невикористана частина біогазу може частково зберігатися в резервуарах у стислому стані для подальшого використання у необхідних випадках. Крім того, внаслідок анаеробного зброджування субстрату виробляється значна кількість цінного органічного добрива. Його використання дозволяє підвищити рентабельність сільгоспвиробництва.

На основі виконаних розрахунків отримано, що використання біогазової установки дозволяє заощадити 17,6 т. умовного палива на тепlopостачання свинарника. Енергетичний аналіз показав, що на власні потреби виробляється 34% біогазу.

Таким чином, біогазова установка є засобом ресурсо-та енергозбереження у сільськогосподарських технологіях.

Список використаних джерел

1. Поляшенко С.О., Логвіненко Є.В., Модернізація системи опалення у свинарнику // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ» «Інноваційні розробки в аграрній сфері» Том 2. – Харків: ХНТУСГ, 2020. – 338 с.

2. Поляшенко С.О. Колєсник Д.І. Поліпшення техніко-технологічних рішень системи тепlopостачання для свинарських господарств // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 листопада 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024 с. 94-95

3. Поляшенко С.О. Колєсник Д.І. Алгоритм управління мікрокліматом в тваринницьких приміщеннях // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 листопада 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. с. 96-97

УДК 636.083

БІОГАЗ – АВТОМОБІЛЬНЕ ПАЛИВО

Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Шиленко О.П. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто в якості альтернативи традиційним моторним паливам нафтового походження біогаз, вироблений з відходів сільськогосподарської продукції тваринного чи рослинного походження

У зв'язку з виснаженням запасів нафти та посиленням вимог до екології автотранспорту все більшої актуальності набувають питання створення та впровадження на автомобільному транспорті альтернативних екологічно чистих моторних палив. Одним із нових напрямків у цьому відношенні є використання біогазу як одного з джерел моторного палива в двигунах внутрішнього згоряння транспортних засобів [1].

Поряд з автомобілями, обладнаними двигунами, працюючими на бензині та дизельному паливі, випускаються та експлуатуються газобалонні автомобілі, джерелом палива яким є нафтові гази а у перспективі можуть бути біогази. За результатів досліджень, біогаз за екологічними характеристиками на 75% чистіше дизельного палива і на 50% чистіше бензину. Продукти його згоряння практично не містять канцерогенних речовин. Газове паливо більше повно згоряє в циліндрах двигуна, а гази, що відпрацювали (продукти його згоряння) набагато менше забруднюють навколишнє повітря шкідливими речовинами. Аналіз вітчизняних та зарубіжних досліджень показує, що викид токсичних складових (г/км) в навколишню атмосферу при заміні бензину на метан (природний газ) залежно від типу автомобіля знижується по оксиду вуглецю в 5 – 10 разів, вуглеводням – у 3 рази, окислам азоту – у 1,5 – 2,5 рази, поліароматичних вуглеводнів – у 10 разів, димності – у 8 – 10 разів [2].

За своїми характеристиками біогаз до певної міри можна порівняти з природним газом. Його теплотворна здатність визначається концентрацією метану. Біогаз є сумішшю метану і вуглекислого газу і є продуктом метанового бродіння органічних речовин рослинного та тваринного походження, містить приблизно 68% CH_4 , 2% H_2 та до 30% CO_2 . Після відмивання від вуглекислоти цей газ є досить однорідним паливом, що містить до 85% метану з теплотворною здатністю більше 25 МДж/м³. Також як природний газ, перед застосуванням біогазу як моторний палива піддається збагаченню (до рівня вмісту метану в газі 95%), очищення, сушіння та стиску. Властивості зрідженого природного газу (ЗПГ): газ не токсичний, не горючий, не викликає корозії, безбарвний та не має запаху[3].

Застосування біогазу (метану) в газобалонних автомобілях як паливо здійснюється шляхом використання паливної апаратури, що серійно випускається, для природного газу з корекцією співвідношення “паливо-повітря”. У газобалонних автомобілях газова система живлення є основною та призначається в основному для забезпечення транспортної роботи. Вона

забезпечує запас ходу, що дорівнює 375...420 км. Газобалонна установка для стиснутого газу має такі ж прилади, що і для зрідженого газу. Однак, використання зрідженого газу для газобалонних автомобілів краще, ніж стиснутого, так як невисоке значення об'ємної теплоти згоряння стисненого газу в порівнянні зі зрідженим не дозволяє забезпечити зберігання на автомобілі достатньої кількості газу навіть при високому тиску – запас ходу автомобілів на стиснутому газі приблизно в два менше ніж у автомобілів на зрідженому газі, балони яких до того ж мають значну масу.

Зріджений (кріогенний) метан має масу переваг. При зрідженні він очищається від домішок і зменшується в об'ємі в 600 разів, що значно спрощує його зберігання та транспортування. Але головною перевагою отриманого в такий спосіб ЗПГ стає його вартість. Він у чотири рази дешевший за аналоги, вироблені на традиційних установках, як альтернативне газомоторне паливо.

Біогаз (метан) згоряє практично повністю і не залишає кіптяви, що покращує екологію та підвищує коефіцієнт корисної дії (ККД). Інші переваги використання біогазів як моторного палива: – зменшується спрацьовування зношування деталей двигуна; – збільшується термін служби моторного мастила в 2 – 2,5 рази; – немає детонації; – високе октанове число газу (104 – 115) дозволяє його використовувати для будь-яких двигунів; – зниження викидів біогазу (метану), оскільки метан у 21 раз сильніший має парниковий ефект, ніж вуглекислий газ (CO_2) і може бути в атмосфері 12 років; – збільшення кількості робочих місць у сільськогосподарському секторі економіки; – зменшення кількості неприємних запахів; – рішення низки санітарно-гігієнічних проблем.

Список використаних джерел

1. Hossain, M. E.; Islam, M. R., An alternative fuel for motor vehicles, Energy sources part a recovery utilization and environmental effects, Volume: 30, Issue: 10, Pages.: 942-953, 2008.
2. Говорун, А. Г. Использование биогаза в качестве моторного топлива на колесных транспортных средствах / А. Г. Говорун, С. И. Шиманский // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 11-й Международной научно-технической конференции. Т. 2. - Минск: БНТУ, 2013. – С. 73.
3. Антипенко А.М., Сорокін С.П., Поляшенко С.О., Властивості та якість паливно-мастильних матеріалів // Навчальний посібник, видавництво ЧП Червяк, Харків, 2006. – 212 с.
4. Поляшенко С.О., Перспективи розвитку виробництва та використання біогазу в Україні // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Альтернативні джерела енергії, енергозбереження та екологічні аспекти в аграрному секторі». – Харків: ХНТУСГ, 2021. – 68 с.

УДК 636.083

ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА КЛАСУ 1,4 ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ В ТРАНСМІСІЮ ТРАКТОРА ПРУЖНОДЕМПФІЮЧОГО МЕХАНІЗМУ

Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Опришко В.М. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Запропоновано для забезпечення плавного розгону агрегату встановлювати в трансмісію трактора пружнодемпфуючий механізм зі змінною жорсткістю, внаслідок чого зменшується напруженість процесу розгону.

Основу тракторного парку України складають універсальні просапні колісні трактори класу 1,4 (понад 60%). Як показали дослідження, значна частина (25 – 60%) виконуваних ними робіт припадає на транспортні внутрішньогосподарські перевезення, що проводяться на полях, бездоріжжям і на поганих ґрунтових дорогах, що в зрештою знижує ефективність їх використання на транспортних роботах. Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності їх застосування на транспортних роботах є покращення тягово-зчіпних властивостей за рахунок збільшення зчіпної ваги.

Підвищенню ефективності використання колісних тракторів на транспортних роботах присвячено багато робіт. Результати даних досліджень дозволили намітити шляхи підвищення тягово-зчіпних властивостей, зниження техногенного впливу на ґрунт, рушіїв енергетичних засобів, покращення ефективності застосування тракторних транспортних агрегатів. Водночас практично не вирішено проблему коригування вертикальних навантажень на провідні колеса трактора в умовах перезволоження верхнього шару ґрунту та наявності твердого підстилаючого шару.

Одним із перспективних напрямків підвищення тягово-зчіпних властивостей колісних тракторів при транспортних роботах є встановлення коректора зчіпної ваги на причіп.

Мета досліджень – підвищення ефективності використання колісного трактора класу 1,4 на транспортних роботах рахунок коригування зчіпної ваги, підвищення продуктивності, поліпшення тягово-зчіпних властивостей та зниження техногенного впливу рушіїв на ґрунт.

З метою автоматичного регулювання зчіпної ваги трактора частина ваги тракторного причепа передається через гідрозбільшувач зчіпної ваги на провідні колеса трактора. Для цієї мети встановимо на причіп додатковий гідроциліндр (коректор зчіпної ваги) між переднім мостом причепа та причіпним пристроєм. Таким чином, створюючи додаткову навантаження на причіпний пристрій можна збільшити зчіпну вагу на провідних колесах трактора. Величина реакції R' залежить від додаткового навантаження, кута та точки додатку додаткового навантаження.

Вплив перерахованих вище параметрів на величину додаткового

навантаження на провідні колеса трактора в графічній формі наведено на рисунках 1 і 2.

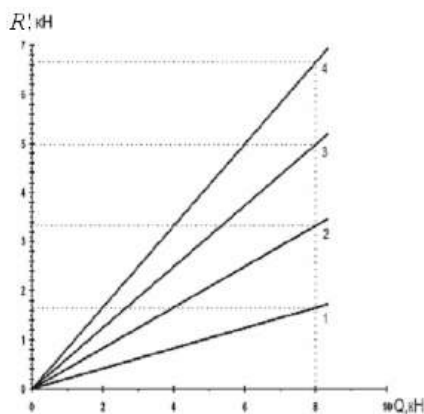


Рисунок – 1 Залежність реакції R' від кута докладання додаткового навантаження 1. $\alpha = 30^\circ$; 2. $\alpha = 15^\circ$; 3. $\alpha = 10^\circ$; 4. $\alpha = 7^\circ$

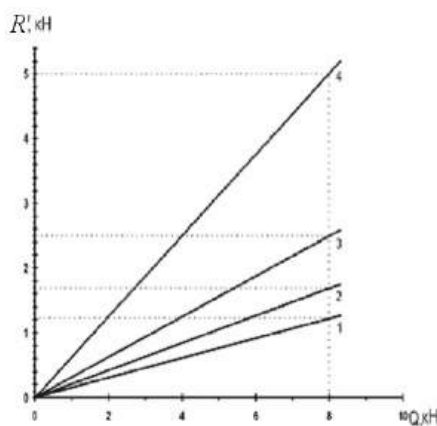


Рисунок – 3 Залежність реакції R' від точки докладання додаткового навантаження 1. $l = 0,5$ м; 2. $l = 1$ м; 3. $l = 1,5$ м; 4. $l = 2$ м.

Таким чином, аналіз отриманих графічних залежностей показує, що значення реакції R' можна збільшити за рахунок зменшення кута та збільшення довжини до точки додатку додаткового навантаження. Для причепа 2ПТС-4 раціональні значення даних параметрів: кут $-15 \dots 20^\circ$, довжина $-1,85$ м.

Експериментальні дослідження проведено з трактором МТЗ-82 з використанням причепа 2ПТС-4 серійного та з коректором зчіпної ваги. Експериментальні дослідження проводились у реальних умовах експлуатації. Ділянка, що використовується для експериментальних досліджень, горизонтальна з рівним мікрорельєфом. Під час проведення тягових випробувань замірялися такі параметри: тягове зусилля, пройдений шлях, частота обертання провідних коліс, час досвіду

В результаті проведених робіт можна зробити такі висновки:

1. При використанні на транспортних роботах трактора МТЗ - 82 та причепа 2ПТС-4 з коректором зчіпної ваги швидкість руху зросла на $9,3 - 20,1\%$, продуктивність – на $9,9 - 19,9\%$ та знизилася витрата палива на $1 \text{ т} \times \text{км}$ на $6,5 - 6,8\%$ порівняно з серійним.

2. Використання причепа 2ПТС-4 з коректором зчіпної ваги знижує техногенне вплив на ґрунт транспортного агрегату. Щільність після експериментального проходу транспортного агрегату знизився на 17,7%, твердість ґрунту – на 19,6%, глибина колії – на 12 – 30% проти серійним транспортним агрегатом.

Список використаних джерел

1. Яценко, С.В. Повышение тягово-сцепных свойств колесного трактора на транспортных работах // Матер. VII региональной межвузовской науч.-практ. конф. – Благовещенск: БГПУ, 2006. – С.241 – 242.

УДК 614.8

ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЯ УКРИТТЯ З ОЗНАКАМИ СПОРУДИ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ МАЛОДАНИЛІВСЬКОЇ ГРОМАДИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Жук М.С. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Описано досвід впровадження універсальної установки забезпечення мікроклімату на основі полімерного рекуперативного теплообмінника у свинарському підприємстві

В результаті здійснення заходів з опалення та вентиляції в укрітті з ознаками споруди подвійного призначення на території Малоданилівської громади Харківської області за рахунком відсутності постійних робочих місць буде відповідати вимогам до встановленого обладнання.

Опалення приміщень укріття передбачено за рахунок електричних конвекторів, що розміщені на зовнішніх стінах, в місцях, доступних для огляду, ремонту та очищення.

Вентиляція укріття здійснюється за допомогою приточних та витяжних систем та установок з механічним спонуканням, які встановлені в фільтровентиляційному приміщенні.

Вентиляція приміщень для укріття людей передбачена загальнообмінна припливно-витяжна. Передбачено режим чистої вентиляції (І-режим) та режим фільтро-вентиляції (ІІ-режим) Приплив повітря механічний, з розрахунку забезпечення 6-кратного повітрообміну при І-режимі та 2 м³/год на одного переховуваного у ІІ-режимі. У разі нестачі електроживлення передбачені електро-ручними вентилятори з розрахунку 3 м³/год на одного переховуваного.

Витяжка механічна, виконана через вентиляційні ґрати, які розташовані в верхній зоні приміщення та системи повітроводів, що вертикально прокладено по фасаду.

Витяжки обладнані регулюючими клапанами з ручним приводом (для встановлення позитивного дисбалансу в приміщеннях для забезпечення надлишкового експлуатаційного тиску 50 Па).

Вентиляція фільтровентиляційного приміщення передбачена загальнообмінна припливно-витяжна із механічним спонуканням. Приплив повітря здійснюється за допомогою електроручних вентиляторів, що встановлені в приміщенні та забезпечують 1-кратний повітрообмін.

Вентиляція санвузлів передбачена загальнообмінна витяжна. Приплив повітря природній - з коридору через перетічну решітку в дверях. Витяжка механічна, виконана через вентиляційні ґрати, які розташовані в мережі повітроводів в верхній зоні приміщення.

Система вентиляції В₂ працює і в першому і в другому режимі, зміну режиму роботи забезпечують перекриттям непотрібної в цьому режимі роботи частини гілки.

Для забезпечення основних вимог по економічності, надійності і безпеки систем опалення та вентиляції передбачається ряд заходів по автоматизації і блокуванню, по вибухопожежній безпеці, з енергозбереження та щодо забезпечення нормованих і комфортних умов перебування людей в укритті.

Для забезпечення надійної роботи припливних установок і систем вентиляції передбачаються наступні заходи:

- захист електричних повітрянагрівачів від перегріву;
- контроль тиску повітря після вентиляторів;
- контроль перепаду тиску на фільтрах;
- автоматичне відключення вентиляційних систем і закриття вогнезатримуючих клапанів у разі виникнення пожежі в приміщеннях, що обслуговуються.

Для зменшення рівня шуму, проникаючого в виробничі приміщення при роботі систем вентиляції, передбачається наступне:

- розміщення припливних установок в окремому приміщенні;
- вибір обладнання з низькими шумовими характеристиками.

При проектуванні систем опалення і вентиляції передбачаються наступні заходи, що забезпечують протипожежну безпеку в процесі експлуатації:

- автоматичне відключення опалювально-вентиляційних систем у разі виникнення пожежі в приміщеннях, що обслуговуються;
- заземлення електрообладнання систем опалення та вентиляції;
- виготовлення повітроводів і трубопроводів з негорючих матеріалів, застосування ізоляції з негорючих матеріалів.

При проектуванні систем опалення і вентиляції передбачаються наступні заходи з енергозбереження:

- застосування теплоефективних огорожувальних конструкцій дозволяє раціонально використовувати енергетичні ресурси для забезпечення нормованих санітарно-гігієнічних параметрів внутрішнього повітря в приміщеннях;
- установка повітряних клапанів для можливості закриття вентиляційних отворів в холодний період року для виключення проникнення в приміщення холодного зовнішнього повітря і зменшення витрат теплоти на потреби опалення;
- регулювання температури припливного повітря в залежності від

температури зовнішнього повітря.

Монтаж систем опалення та вентиляції виконати у відповідності з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013, ГОСТ 12.3.018-79 і додатка "Г" ДБН В.2.5-67:2013.

Список використаних джерел

1. Організація укриття населення у фонді захисних споруд цивільного захисту. Впровадження інженерно-технічних заходів цивільного захисту. Серія 9, Постанова Кабінету Міністрів України від 10 березня 2017 р. № 138.

2. Лист МОН від 11.07.2022 № 1/7707-22 “Про підготовку закладів освіти до нового навчального року та опалювального сезону в умовах воєнного стану

3. Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України з питань використання захисних споруд цивільного захисту. Постанова від 20 вересня 2024 р. № 1074, Київ

УДК 631.3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНОЇ ВОДОНАГРІВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ У ТВАРИННИЦЬКОМУ ПРИМІЩЕННІ

Поляшенко С.О. к.т.н. доцент, Шевченко А.І. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Наведено результати експериментального дослідження деяких теплоенергетичних характеристик геліоводонагрівача з використанням динамічного методу. Аналіз отриманих даних показав, що втрати тепла через теплоізововану задню стінку колектора у 7-8 разів менше, ніж через передню заклену стінку.

Використання енергії сонця для нагрівання води в сільськогосподарських підприємствах та в побуті перспективно навіть у північній частині України [1]. У тваринницьких фермах геліоводонагрівачі можна використовувати для підігріву води для напування тварин і на технологічні потреби [2]. У тепличних господарствах для підігріву води для поливу та підігріву землі у весняний період. У побуті - підігрів води в басейнах, різних ємностях для поливу, для забезпечення особистої гігієни.

Існують два типи сонячних водонагрівачів: вакуумні трубчасті та плоскі. Перші можливо використовувати майже цілий рік, проте недоліком є крихкість трубок і значна вартість колектора. Плоскі колектори значно дешевші. Для нагрівання води у літні місяці доцільно застосовувати плоскі колектори сонячної енергії. Такі колектори являють собою радіатор з зачорненою поверхнею, встановлений у корпусі та відкритий зверху одинарним склом із ущільненням [3]. З тильної сторони корпус забезпечений теплоізоляцією. Характеристики колектора різні.

Експериментальне дослідження провели наступним методом,

геліоколектор заповнили водою, при цьому вхідні та вихідні штуцери закрили заглушками. Потім його нагрівали при допомозі імітатора сонячної радіації постійної інтенсивності, причому вимірювали температуру сприймаючої поверхні та задньої стінки. Після цього тепловий вплив припиняли та аналогічно вимірювали температуру при охолодженні. Дослідження проводили за наступних умов: інтенсивність обурюючого теплового потоку 1 кВт/м^2 , температура навколишнього середовища 20°C (швидкість вітру 0 м/с).

Інтегральні теплові втрати $Q_n(t)$ геліоводонагрівача визначали [3] як суму втрат через передню зашклену і задню теплоізольовану поверхню.

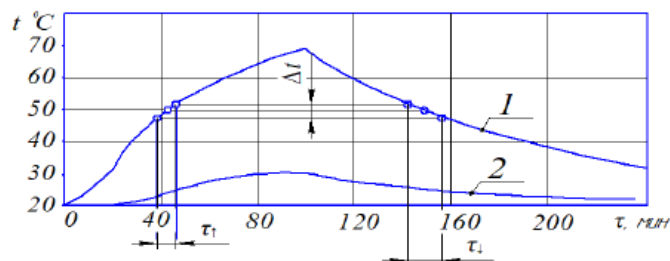


Рис. 1 Графік зміни значень температур при нагріванні та охолодженні колектора 1 – передня частина колектора; 2 – задня частина колектора

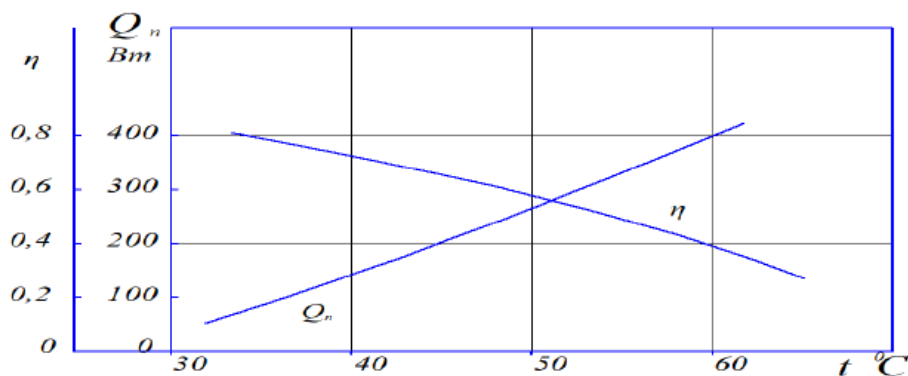


Рис. 2 – КПД та інтегральні теплові втрати геліоводонагрівача в залежності від температури t геліоприймача

1. Втрати тепла через теплоізольовану задню стінку колектора у 7–8 разів менше, ніж через передню зашклену,

2. З посиленням нагріву геліоприймача теплові втрати зростають прямо пропорційно зростанню температури. Так, при нагріванні пластини від 35 до 65°C тепловтрати зросли з 80 до 440 Вт .

3. К.к.д. колектора зі збільшенням температури геліоприймача суттєво знижується, у зв'язку з цим експлуатувати колектор при високих температурах менше ефективно.

Список використаних джерел

1. Бровцин В.Н., Эрк А.Ф., Бычкова О.В. Сравнительный анализ энергоэффективности сельскохозяйственных предприятий молочного направления // Механизации и электрификации сельского хозяйства. 2014. №5. с. 22-24.

2. Эрк А.Ф., Судаченко В.Н. Методы повышения надежности энергообеспечения крестьянских (фермерских) хозяйств. // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2016. № 88. с.53-59.

3. Бровцин В.Н., Эрк А.Ф. Оптимизация параметров солнечной водонагревательной установки методом вычислительного эксперимента. // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2013. № 84. с.112-125.

4. Поляшенко С.О., Гендрюк М.М., Підвищення ефективності систем гарячого водопостачання тваринницьких об'єктів за рахунок використання сонячної енергії // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 листопада 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. с. 90-91.

5. Поляшенко С.О., Гендрюк М.М., Визначення ефективності використання геліоелектричної системи гарячого водопостачання тваринницьких об'єктів // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 листопада 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. с. 92-94.

УДК 629.113

ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ДВИГУНОМ В УМОВАХ НИЗЬКОГО ЗЧЕПЛЕННЯ КОЛІС З ДОРОЖНІМ ПОКРИТТЯМ

Манойло В. М., д.т.н. професор

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Шевченко І.О. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Козлов Ю. Ю. молодший науковий співробітник

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Кошелєв А. І. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Процес руху автомобіля складається з великої кількості циклів, що повторюються: «розгін – рух з відносно постійною швидкістю – гальмування для зниження швидкості – гальмування до зупинки – простий до початку наступного циклу» [1, 2].

Час руху автомобіля у міському циклі на маршруті розподіляється за елементами циклу наступним чином: 1) розгін – 23%; 2) рух із відносно постійною швидкістю – 36 %; 3) гальмування зниження швидкості – 7,0 %; 4) гальмування до зупинки – 23%; 5) простий на початок наступного циклу – 18 %. Сумарні витрати часу на режим гальмування автомобіля у місті становлять до 30% від часу руху. Тому режими гальмування займають значне місце у режимах

руху автомобіля

Встановлено, що у 90-95 % випадків гальмування автомобіля його швидкість знижується до зупинки. Найімовірніша швидкість, з якої починається гальмування, становить 40 км/год. Середній час руху автомобіля між зупинками на світлофорах становить 75 секунд. Інтенсивність розгону та гальмування, що визначається кутом нахилу відповідних ліній від вертикалі приблизно однакова і знаходиться в межах 2-3 м/с².

Режим гальмування є одним із найнебезпечніших режимів руху автомобіля внаслідок того, що при ньому використовується максимально зчіпні властивості коліс, отже автомобіль менше здатний протистояти дії зовнішніх сил. Тому питанням удосконалення гальмівних властивостей автомобіля приділяється величезна увага.

Великий обсяг наукових досліджень та технічних рішень проводиться в галузі вдосконалення робочих гальмівних систем та оснащення автомобіля системами активної безпеки.

Так з кінця 70-х років минулого століття на автомобілях поступово почала впроваджуватися антиблокувальна система, яка в 21 столітті стала невід'ємною частиною практично будь-якого автомобіля. Водночас гальмування робочою гальмівною системою має певні недоліки, ці недоліки пов'язані зі зносом гальмівних колодок, з неможливістю тривалого гальмування на спуску; з неоптимальним розподілом гальмівних сил між колесами бортів та осей. Антиблокувальна система працює в 1 з 10 випадків уповільнення автомобіля, щоб підвищити безпеку автомобіля в умовах повного використання зчіпних властивостей. У цьому найчастіше зустрічається службове гальмування, у якого уповільнення наростає повільно.

До службових гальмування відноситься більше 95% всіх застосувань гальмування транспортних засобів [3, 4]. Правильне використання різних способів є основним фактором, що визначає довговічність та надійність гальмівної системи та безпеку руху.

Ці способи [5]:

- гальмування двигуном без гальмівних механізмів (використовується, коли потрібне невелике уповільнення);
- гальмування з гальмівними механізмами, але без від'єднання двигуна;
- гальмування за допомогою допоміжної гальмівної системи використовується для підтримки необхідної швидкості на спуску.

Гальмування автомобіля двигуном внутрішнього згоряння без використання гальмівних механізмів відноситься до режиму гальмування з неповним використанням сил зчеплення. Воно часто застосовувалося водіями при службових гальмуваннях для полегшення своєї праці на початку розвитку автомобільного транспорту, оскільки механічні робочі гальмівні системи вимагали від водія застосування великих зусиль на педалі або важелі. Використання ДВЗ як додаткового гальма-сповільнювача суттєво знижувало ці зусилля та роботу водія.

У процесі гальмування автомобіля двигуном ведучі колеса за допомогою

трансмсії примусово обертають колінчастий вал, а ДВЗ за рахунок механічних втрат створює гальмівний момент, який колеса перетворюють на гальмівну силу, що уповільнює рух автомобіля.

У порівнянні з гальмуванням автомобіля гальмівною системою, гальмування ДВЗ має свої особливості.

Перша особливість гальмування автомобіля двигуном у тому, що у сучасних автомобілях у цьому режимі припиняється подача палива.

Друга особливість полягає в тому, що трансмісія та двигун навантажуються гальмівним моментом, який може мати значну динамічну складову за неправильної технології застосування.

Третя особливість гальмування двигуном полягає в тому, що керувати цим процесом водій може лише шляхом перемикання передач за вибраним алгоритмом. Для отримання необхідного уповільнення може використовувати комбіноване гальмування: одночасно двигуном і основною гальмівною системою.

Таким чином, проведений аналіз можливих проблем внаслідок гальмування двигуном показав, що вони не призводять до серйозних негативних наслідків для двигуна та трансмісії автомобіля.

Гальмування двигуном – важлива складова безпечного водіння, його значущість є особливо суттєвою при керуванні автомобілем в умовах низького коефіцієнта зчеплення. Тому постійне використання двигуна для гальмування автомобіля є доцільним, воно дозволяє отримати соціально-економічний ефект у вигляді зниження аварійності та економії ресурсів. Для цього необхідно знайти можливість для підвищення його ефективності та спрощення технології застосування.

Переваги використання ДВЗ як гальма-сповільнювача:

Перша важлива перевага гальмування двигуном полягає в тому, що його використання значно збільшує ресурс деталей основної гальмівної системи. Середній термін служби гальмівних накладок легкових автомобілів дуже малий – 13.. 24 тис. км, тому постійне використання гальмування двигуном для службового гальмування, на яке припадає 95-97% всіх гальмування автомобіля може принести значний економічний ефект.

Друга перевага гальмування ДВЗ полягає в тому, що при його використанні менше зношується протектор шин, оскільки вони плавно навантажуються гальмівним моментом.

Третя перевага частого використання гальмування ДВЗ при службових гальмуваннях двигуна на сучасних автомобілях полягає у суттєвій економії палива, за рахунок припинення його витрати в цьому режимі.

Четверта перевага гальмування ДВЗ полягає в тому, що його можна використовувати на автомобілях з будь-яким приводом: переднім, заднім, повним.

Висновки

Одним із найпоширеніших видів гальмування є службове гальмування з інтенсивністю до 4 м/с^2 . До службового належить понад 95% усіх випадків

гальмування автомобіля. У зв'язку з цим правильне використання різних способів створення гальмівної системи значною мірою визначає і безпеку руху, і довговічність і надійність робочої гальмівної системи. Для покращення експлуатаційних показників автомобілів: екологічної та дорожньої безпеки та досягнення ресурсозбереження в автотранспортному комплексі країни необхідно підвищити ефективність службового гальмування автомобіля з використанням гальмування двигуном.

Список використаних джерел

1. Analysis of driving simulation capabilities car vehicle on the engine brake stand / M. Dobrzyński, P. Lijewski, A. Ziolkowski, P. Daszkiewicz // Computational Technologies in Engineering (TKI'2018) AIP Conf. Proc. 2078, 020054-1–020054-5; <https://doi.org/10.1063/1.5092057>.
2. Heisler H. Advanced Vehicle Technology. Butterworth-Heinemann, 2002. 654 p.
3. Волков В.П., Вільський Г.Б. Теорія руху автомобіля: підручник. Суми: Університетська книга, 2015. 320 с.
4. Day A.J., Bryant D. Braking of Road Vehicles. Elsevier Science, 2022. 548 p.
5. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей : навчальний посібник / В. В. Біліченко, О. Л. Добровольський, В. О. Огневий, Є. В. Смирнов. Вінниця: ВНТУ, 2017. 163 с.

УДК 621.433

ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОМОТОРНОГО ПАЛИВА НА ГАЗОДИЗЕЛЬНИХ АВТОТРАКТОРНИХ ЗАСОБАХ

Манойло В.М., д.т.н. професор

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Таран В.В. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Гончаров С.В. аспірант, Шулаєв М.Є. аспірант

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Основний енергоносіє під час виробництва сільськогосподарської продукції – дизельне паливо, використовується для всіх тракторних, комбайнових і більшості автомобільних двигунів.

На фоні зростання цін на бензин та дизельне паливо використання природного газу дозволить скоротити витрати сільськогосподарських підприємств.

Практика показала, що переведення техніки на газомоторне паливо на 30% знижує експлуатаційні витрати, а капітальні вкладення в газобалонне обладнання окупаються за 1-1,5 роки. Тому вдосконалення систем газопостачання та подачі газоподібного палива тракторів у сільському

господарстві є сьогодні актуальним завданням.

Для сільського господарства найбільш простим та ефективним у використанні є спосіб переведення тракторних дизелів для роботи на газоподібному паливі за газодизельним циклом.

При цьому способі практично не змінюється конструкція двигуна, зберігається серійна паливна апаратура, а головне є можливість працювати як на дизельному паливі, так і на його суміші з компримованого (КПГ) або зрідженого (ЗПГ) природного газу.

Газомоторне паливо є основним видом палива при роботі дизеля по газодизельному циклу і як наслідок, покращуються умови змащення пари, що труться, «циліндр – поршневі кільця», оскільки незгоріле дизельне паливо змиває масло зі стінок циліндрів.

Зменшується нагароутворення в камері згоряння головки блоку циліндрів та на поршнях, оскільки скорочується кількість вуглецевих опадів. Помітно знижується сумарна токсичність газів, що відпрацювали. При правильно вибраному режимі роботи на газовому паливі рівень шуму, що створюється двигуном, знижується на 3-8 дБ, та й сам двигун починає працювати м'якше [1-5].

Газ – високоякісне паливо з октановим числом близько 105. Тому на жодному режимі роботи двигуна не виникає детонація. Застосування газу помітно знижує порівняно з бензином сумарну токсичність газів, що відпрацювали.

Поряд з перерахованими перевагами використання газомоторного палива слід зазначити і ряд властивих йому недоліків, а саме:

- неможливість запуску двигуна в холодну пору року на газі;
- зниження потужності двигуна на 7%; збільшення металомісткості на 25-30 кг, балони займають місце.

При повному заповненні балона навіть незначне підвищення температури може призвести до різкого збільшення тиску.

Встановлення додаткового обладнання у вигляді газових балонів та іншого обладнання для роботи з газодизельним циклом може значно змінити значення кута поперечної статичної стійкості, що, у свою чергу, може порушити працездатність трактора в цілому і призвести до його перекидання.

Збільшення маси трактора за рахунок встановлення балонів для КПГ не призводить до підвищення щільності ґрунту високої вологості, що пояснюється збільшенням плями контакту шин із ґрунтом при зростанні навантаження на них.

Перелічені переваги використання природного газу в порівнянні з дизельним паливом дозволяють переводити сільськогосподарську техніку для роботи на газомоторному паливі, що дозволяє підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва.

Висновки

Проведений аналіз показав, що переведення техніки на газомоторне паливо на 30% знижує експлуатаційні витрати, а капітальні вкладення в газобалонне обладнання окупаються за 1-1,5 роки.

Список використаних джерел

1. Колесник Ю. І. Удосконалення газодозуючої системи автомобільного газодизеля та визначення її раціональних параметрів: Автореф. дис... канд. техн. наук; Нац. транспорт. ун-т. К., 2001. 19 с.
2. Chen S.K., Beck N.J. Gas Engine Combustion Principles and Applications II SAE Technical Paper Series. 2001. No. 2001-01-2489. P. 1-10.
3. Douville B., Ouellette P., Touchette A. [et al.] Performance and Emissions of a Two-Stroke Engine Fueled Using High Pressure Direct Injection of Natural Gas. SAE Technical Paper Series. 1998. No. 981160. P. 1-9.
4. Einewall P., Johansson B. Combustion Chamber for Supercharged Natural Gas Engines. SAE Technical Paper Series. 1997. No. 970221. P. 33–58.
5. Harrington J., Munshi S., Nedelcu C. [et al.] Direct Injection of Natural Gas in a Heavy-Duty Diesel Engine. SAE Technical Paper Series. 2002. No. 2002-01-1630. P. 1-10.

УДК 921.1

ТЕПЛОАККУМУЛЯТОР ДЛЯ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА

Єсіпов О.В., к.т.н. доцент, Ягодкіна Н.В. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Основними пріоритетами енергетичної політики проголошено енергоефективність, використання відновлювальних джерел енергії та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Буферна ємність (також теплоаккумулятор) - це бак певного обсягу наповнений теплоносієм, призначення якого - накопичувати надлишки теплової потужності і в подальшому більш раціонально розподіляти їх в цілях опалення будинку або забезпечення гарячого водопостачання (ГВП).

Найчастіше буферна ємність використовується при твердопаливних котлах, які мають певну циклічність, при чому це стосується і ТТ котлам тривалого горіння. Після розпалювання тепловіддача палива в камері згорання швидко зростає і досягає пікових значень, після чого вироблення теплової енергії згасає, а при загасання, коли нова партія палива не закладається, і зовсім припиняється.

Винятком є лише бункерні котлоагрегати з автоматичною подачею, де за рахунок регулярної рівномірної подачі палива, горіння відбувається з однаковою тепловіддачею.



Рисунок 1 - Буферна ємність (теплоаккумулятор)

Теплоаккумулятор - герметичний, як правило, вертикальний бак циліндричної форми, іноді додатково термоізований. Він є посередником між котлом і опалювальними приладами. Стандартні моделі оснащені врізкою з 2-х пар патрубків: перша пара - подача і обратка котла (малий контур); друга пара - подача і обратка опалювального контуру, розведеного по дому. Малий контур і контур опалення не перетинаються між собою.

Принцип роботи теплоаккумулятора в зв'язці з твердопаливним котлом простий:

1. Після розпалювання котла циркуляційний насос постійно прокачує теплоносій в малому контурі (між теплообмінником котла і баком). Подача котла підключається в верхній патрубок теплоаккумулятора, а обратка в нижній. Завдяки цьому відбувається плавне заповнення підігрітою водою всієї буферної ємності, без вираженого вертикального руху теплої води.

2. З іншого боку, зверху до буферної ємності підключена подача до радіаторів опалення, а знизу обратка. Теплоносій може циркулювати як без насоса (якщо система опалення розрахована на природну циркуляцію), так і примусово. Знову таки, подібна схема підключення мінімізує вертикальне перемішування, тому буферна ємність віддає накопичене тепло батареям поступово і більш рівномірно.

Висновок.

Буферна ємність допомагає згладжувати тимчасові коливання в споживанні тепла, зберігаючи його в теплому стані та розподіляючи по системі за потреби. Це покращує ефективність і надійність роботи системи опалення, а також знижує знос обладнання завдяки скороченню частоти вмикання і вимикання котла.

Список використаних джерел

1. Жорняк М.В., студ., Манойло В.М., Буферна ємність для твердопаливного котла, Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». – 2021, ХНТУСГ

УДК 631.372.2:631.354.2

УДОСКОНАЛЕННЯ ХОДОВОЇ СИСТЕМИ ТРАКТОРА ХТЗ-170 ЯК ЗАСІБ ПОКРАЩЕННЯ ЙОГО ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Макаренко М.Г. доцент, Алієв Р.Е. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто інженерні підходи до удосконалення ходової системи трактора ХТЗ-170 з метою покращення його тягових характеристик. Представлено технічні рішення щодо зниження буксування, підвищення зчеплення з ґрунтом і зменшення витрат пального, підтверджені результатами комп'ютерного моделювання.

У сучасних умовах агропромислового виробництва підвищення ефективності використання енергетичних засобів є одним із головних завдань. Трактори, як основні силові машини, повинні забезпечувати високу прохідність, стійкість і ефективну реалізацію тягового зусилля. У зв'язку з цим модернізація ходової частини стає важливим напрямом підвищення технічного рівня машин. Трактор ХТЗ-170, як представник важкого тягового класу, має значний потенціал для вдосконалення його ходової системи з метою покращення тягово-динамічних характеристик [1, 2].

Базова ходова система трактора ХТЗ-170 побудована за класичною схемою з колісною формулою 4К4. Основними недоліками такої схеми є надмірне буксування в умовах підвищеної вологості ґрунту, нерівномірне зношення шин, недостатня адаптивність до нерівностей рельєфу. Всі ці фактори негативно впливають на загальну тягову ефективність, збільшують витрати пального [3, 4].

До основних напрямів удосконалення ходової системи трактора ХТЗ-170 відносяться комплексні технічні рішення, що спрямовані на підвищення ефективності зчеплення з поверхнею, зменшення буксування та поліпшення динамічної стабільності. Зокрема, доцільним є використання шин з вдосконаленим рисунком протектора, який характеризується підвищеним коефіцієнтом зчеплення за рахунок глибших та багатофункціональних елементів, що краще пристосовуються до структури ґрунту. Іншим важливим технічним заходом є впровадження автоматизованої системи регулювання тиску в шинах, яка дозволяє в реальному часі змінювати внутрішній тиск залежно від рельєфу та вологості ґрунту, тим самим оптимізуючи контактну площу колеса з поверхнею [5].

Водночас, значне покращення динамічних якостей може бути досягнуто шляхом модернізації підвіски із застосуванням гідропневматичних амортизаторів. Такі елементи дозволяють ефективно гасити вертикальні коливання, знижуючи динамічне навантаження на вузли ходової частини та підвищуючи стійкість руху трактора на нерівній місцевості. Додатковим засобом поліпшення тягових властивостей є раціональний перерозподіл маси машини, що досягається завдяки зміні конструкції баластування і розміщенням робочих агрегатів таким чином, щоб забезпечити рівномірне навантаження на ведучі

колеса. Усі зазначені заходи спрямовані на досягнення вищого рівня адаптивності машини до різних агрофізичних умов експлуатації [6, 7].

Для обґрунтування доцільності впровадження технічних удосконалень було проведено математичне моделювання тягово-динамічного процесу функціонування трактора ХТЗ-170 із урахуванням змін у конструкції його ходової системи. Розрахунки виконувалися з використанням сучасних комп'ютерних програм, зокрема інженерних середовищ типу MATLAB/Simulink та спеціалізованих модулів САД-систем, які дозволяють враховувати комплексний вплив геометричних, масових та динамічних параметрів на поведінку машини в різних експлуатаційних умовах.

У процесі дослідження було створено тривимірну цифрову модель трактора ХТЗ-170, що включала в себе інтегровані елементи модернізованої ходової системи. Зокрема, до структури моделі було включено оновлену конструкцію підвіски з гідروпневматичними амортизаторами, що забезпечують більш ефективне демпфування вертикальних коливань, а також шини з протектором нового покоління, геометрія елементів зачеплення яких адаптована для оптимального зчеплення з ґрунтом різної структури. Крім того, в модель було впроваджено інтелектуальну систему керування тиском у шинах, здатну адаптивно змінювати параметри у режимі реального часу. При побудові моделі використовувались нелінійні залежності фізико-механічних властивостей матеріалів, а також враховувалися складні параметри динамічної взаємодії між елементами підвіски та змінними характеристиками контакту в зоні шина–ґрунт, що забезпечило високу точність і надійність отриманих результатів моделювання.

У процесі чисельного моделювання було проаналізовано низку важливих експлуатаційних та динамічних показників, зокрема коефіцієнт буксування, величину модуля сили зчеплення між шиною та ґрунтом, вертикальні реакції на ведучих колесах, а також втрати енергії, пов'язані з коливальними рухами і буксуванням. Для забезпечення достовірності та репрезентативності отриманих результатів було застосовано метод багатоваріантного моделювання, що враховував низку типових сценаріїв експлуатації трактора у різних ґрунтово-кліматичних умовах, характерних для аграрного сектору України. Зокрема, в моделювання включено умови роботи на перезволожених ґрунтах із низьким опором зчепленню, на схилах з підвищеним ризиком втрати поперечної стійкості, а також на ущільнених стерньових полях, що створюють додаткове навантаження на ходову систему. Кожен із цих сценаріїв дозволив оцінити чутливість основних параметрів до змін конструкції ходової частини та виявити найбільш ефективні інженерні рішення.

Результати моделювання продемонстрували, що модернізація ходової частини призводить до зниження коефіцієнта буксування на 12–15 %, що суттєво зменшує втрати потужності та покращує енергетичну ефективність агрегату. Коефіцієнт зчеплення збільшився до 0,75, що свідчить про стабілізацію умов реалізації тягового зусилля при різних швидкісних і навантажувальних режимах. Також відзначено поліпшення зчеплення з поверхнею без необхідності суттєвого

підвищення питомого тиску на ґрунт, що позитивно позначається на агротехнічних показниках обробки поля.

Позитивний вплив модернізації також простежується в зниженні питомої витрати пального: економічність використання палива покращилася на 8–10 % залежно від типу ґрунтів, рельєфу місцевості та рівня навантаження на трактор. Отримані результати засвідчують техніко-економічну доцільність запропонованих технічних рішень та їх ефективність в умовах реального сільськогосподарського виробництва.

Висновки

Проведена модернізація дозволяє підвищити ефективність використання трактора ХТЗ-170 у складних агротехнічних умовах. Зменшується зношення шин, підвищується стійкість руху, покращуються показники паливоспоживання та продуктивності. В цілому запропоновані інженерні рішення щодо вдосконалення ходової системи трактора ХТЗ-170 є ефективними та доцільними для впровадження в умовах господарств, що працюють на важких ґрунтах. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на автоматизацію керування ходовою системою та впровадження інтелектуальних адаптивних технологій.

Список використаних джерел

1. Макаренко М. Г. Перспективи тракторобудування // Агробізнес сьогодні. - 2014. - № 9. - С. 54-56.
2. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Хейло В. О. Підвищення експлуатаційних показників мобільних енергетичних засобів блочно-модульної побудови. // Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.) / – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 119 - 121.
3. Пиріжок В.І., Макаренко М.Г. Дослідження структури адаптивної системи керування блочно-модульного агрегата. // Матеріали XIX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті». Харків, 2023. – С. 60.
4. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуємих на передній і задній начіпних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.
5. Макаренко М. Г., Кривоніс С. В. Використання електронних мікропроцесорних систем для руху трактора по заданій траєкторії. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті» 04-05. 04. 2024С. 190.
6. Макаренко М.Г., Калашник Є.А. Роль інформаційних технологій у вдосконаленні функціональних можливостей блочно-модульних тракторів. // Технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. С. 67 – 68.
7. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 192.

УДК 621

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ СУЧАСНИХ ГАЗОДІЗІЛІВ ДЛЯ АВТОТРАКТОРНИХ ЗАСОБІВ

Манойло В. М. д.т.н. професор, Гончаров С.В., Шулаєв М.Є. аспіранти,
Стрижак Г.О., Гончаров М.Д. здобувачі ВО

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Постійне підвищення потреби у дизельному паливі та суттєве його подорожчання в останні роки призводять до необхідності переведення газодизельних автотракторних засобів на альтернативні види палива, а саме на стислий і зріджений природний газ.

Одночасно з конвертацією дизеля в газодизель (ГД), паралельно розроблено концепцію сучасного газодизельного двигуна з апаратурою нового покоління, що здійснюється на базі електронної системи керування [1]. У її основу покладено низку відомих положень та технічних рішень розроблених за аналогією із системою «Blue Power Diesel» [2].

Конструктивні особливості газодизельних транспортних засобів значною мірою визначають ефективність застосування КПП та СПГ (компромованого або стиснутого природного газу) .

Поетапне використання найбільш досконалих модифікацій ГБА (газобалонного обладнання) в експлуатацію, як по лінії створення нових, так і шляхом переобладнання автомобілів, що експлуатуються.

У світовій практиці промислове виробництво газобалонних автомобілів для роботи на КПП та СПГ є провідною концепцією сучасного автомобілебудування.

Важливим напрямом залишається переобладнання в експлуатації базових автомобілів на газобалонні транспортні засоби.

Вітчизняна газова апаратура має низку оригінальних технічних рішень (наприкладі системи живлення газодизеля трактора ХТЗ-150К-25), розробленої та реалізованої в експлуатацію спільно з провідними фірмами MAN, Volvo та ін. [3–8].

До переваг газу як моторного палива перед дизельним можна віднести:

- найкраще сумішоутворення, відсутність рідких фракцій у суміші, що надходять у циліндр, та зниження зносу рухомих деталей двигуна;
- велике значення має також менший вміст шкідливих речовин, котрі негативно впливають на людей, в якості хімічних складових у продуктах згоряння ДВЗ [2]; поліпшення відбувається за рахунок застосування електронної системи управління газодизельним двигуном.

Об'єктом дослідження: є дизельний з надуванням двигун 4ДТН, котрий можна застосовувати на автотракторному мобільному енергетичному засобі (МЕЗ), конвертованого у газодизель 4ЧГ 8,8/8,2.

Предметом дослідження: є плив на техніко-економічні характеристик газодизеля з газотурбінним наддувом для МЕЗ при частковому заміщенні

дизельного палива природним газом.

Мета роботи: підвищення ефективності експлуатації і техніко-економічних показників МЕЗ шляхом застосування електронної системи живлення газодизельного двигуна.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- теоретично обґрунтувати склад комбінованої горючої суміші для газодизельного двигуна МЕЗ
- розробити електронну паливо-утворювальну систему газодизельного двигуна з комбінованим сумішоутворенням;
- експериментально встановити закономірності зміни енергетичних показників газодизельного двигуна від параметрів складу комбінованої горючої суміші.

Висновки. Виконані аналітичні дослідження створили передумови для подальшого вдосконалення та підвищення ефективності використання газового палива у газодизельному робочому процесі із забезпеченням збереження техніко-економічних показників у всьому діапазоні швидкісних та навантажувальних режимів шляхом конвертації тракторного ДВЗ в газодизель з комбінованим сумішоутворенням.

Електронну систему живлення для газодизеля трактора ХТЗ-150К-25 адаптувати для газодизеля 4ЧГ 8,8/8,2 міні автомобіля категорії N1 до 3,2 тони.

Список використаних джерел

1. Веб-сайт. URL: <http://gas-energy-blue-power.ua/informatsiya/106-gazodizel-blue-power>.
2. Двох-паливна система Genesis Edge Dual-Fuel на вантажних автомобілях Volvo (Classic) FM460/FH460. Система Genesis Edge Dual-Fuel. С. 1–44
3. Веб-сайт. URL: volvotrucks.com/content/dam/volvo-trucks/markets/master/home/news/insights/articles/2024/april/Editorial-Q1-2024-White-paper-Fuel-Guide-VOLVOTRUCKS.pdf.
4. Веб-сайт. URL: www.elpigaz.com.ELPIGAZ Automotive.Gdansk.
5. Система живлення на природному газі Eco Fuel в Touran и Caddy. Service Training. Програма по самонавчанню 373. "Volkswaden Group Academy" [twipx.com.file74755](http://twipx.com/file74755), 2009. № 373. 49 с.
6. Веб-сайт. URL: www.dymco1.en.ec21.com.
7. Ерохов В.І., Іванов С.П. Перспективи використання природного газу на автомобільному транспорті. *Журнал Автошляховик України*. 1981. № 2. С. 21–23.
8. Веб-сайт. URL: www.2a.com.tr.

УДК 621

ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЧНОГО РЕДУКТОРА В СИСТЕМІ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗО-ГАЗОВОГО ДВИГУНА АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

**Манойло В.М. д.т.н. професор, Гончаров С.В., Шулаєв М.Є., аспіранти,
Магазейщиков П.А, Старушко Б.В. здобувачі ВО**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Макаренко М. Г., доцент

Державний біотехнологічний університет

Постійне посилення вимог Євро, змушує фахівців цієї галузі безперервно вдосконалювати газові системи. На теперішній час в нашій країні набули широкого розповсюдження газові системи живлення 4-го покоління, переважно іноземного виробництва. Використовуючи на початковому етапі зарубіжні системи живлення, можна отримувати високі техніко-економічні та екологічні показники робочого процесу ДВЗ автотранспортних засобах (АТЗ), що дозволяють надалі перейти на виробництво вітчизняних систем.

Головним конструктивним вузлом у газових системах [1-4] живлення ДВЗ з електронним керуванням є комплект електромагнітних дозаторів газу (ЕДГ). Однак його робота не можлива без одночасної, узгодженої та надійної роботи газового редуктора.

Тому дана робота спрямована, по-перше, на вивчення особливостей конструкції та принципу дії вузлів газових редукторів систем живлення автотракторних двигунів.

Газові редуктори є невід'ємною частиною систем живлення та працюють у поєднанні (у парі) з ЕДГ і від них залежить ефективна, надійна та узгоджена робота самого дозатора, а також силового агрегату транспортного засобу в цілому.

По-друге, робота спрямована на вибір найбільш відповідного (раціонального) до адаптації типу редуктора, витратні характеристики якого будуть узгоджені з гідравлічними потребами бензо-газового двигуна в широкому діапазоні швидкісних та навантажувальних режимах роботи автотранспортного засобу.

Основним призначенням редуктора, у схемі системи живлення двигуна, є забезпечення постійного тиску і заданої витрати (продуктивності) робочого тіла, що подається в газову рампу вузла, та дозує паливо, в широкому діапазоні зміни швидкісних і навантажувальних режимів роботи ДВЗ. При цьому падіння тиску робочого тіла (РТ) на виході з редуктора та вході в газову рампу при роботі ДВЗ повинно бути мінімальним.

Розробкою, виготовленням та вдосконаленням газобалонного обладнання безперервно ведеться досить великою кількістю провідних зарубіжних фірм [6].

А саме, польською фірмою «ELPIGAZ» [1] запропоновані нові технічні

рішення в галузі адаптації АТЗ для роботи на природний газ, які представлені серією редукторів С300, що випускаються польською фірмою «EMER». Ці редуктори знайшли застосування на легкових автомобілях та автобусах.

Компанією OMVL [2] (Польща) пропонуються системи живлення котрі працюють на природному газі, а також виготовляються системи для переведення двигунів з бензину на стислий природний газ (CNG) або скраплений газ (LPG).

Система послідовного впорскування газу компанії Prins [3] (Нідерланди) може бути використана як під пропан-бутан, так і для роботи на метані. Газодизельна система Prins Diesel дозволяє перетворювати дизельні двигуни (у вантажівках) у двох паливні ДВЗ шляхом заміни певної кількості дизельного палива на зріджений нафтовий газ, стиснутий природний газ або біогаз.

Італійська компанія BRC Gas Equipment [4] спеціалізується на виробництві компонентів і систем для зрідженого нафтового газу (LPG) та метану (CNG), продукція якої використовується на легкових автомобілях.

Для адаптації на вітчизняні ДВЗ цікавими є механічні газові редуктори фірм BRC і Tomazetto [5] (Італія).

Фірмами розроблені наступні модифікації газових редукторів: Теспо, АТ90ЕСО, АТ90ЕР та Tomazetto. Над деякими з них за допомогою безмоторних стендів [7, 8], розробленими фахівцями ХНАДУ, було проведено експериментальні дослідження [9].

Конструктивні особливості бензо-газових ДВЗ для транспортних засобів значною мірою визначають ефективність застосування, як КПП так і СПГ (компромованого або стиснутого природного газу).

У світовій практиці промислове виробництво газобалонних автомобілів для роботи на зрідженому природному газі (ЗПГ) та стиснутому вуглеводневому газі (СУГ) є провідною концепцією сучасного автомобілебудування.

До переваг газу, як моторного палива перед бензином можна віднести:

- якісніше сумішоутворення, немає рідких фракцій у суміші, що надходять у циліндр, та впливає на зниження зносу рухомих деталей двигуна;
- велике значення має також менший вміст шкідливих речовин, що виходять в якості негативних викидів хімічних складових у продуктах згоряння ДВЗ [2], та забруднюють навколишнє середовище;

Об'єктом дослідження: з бензиновий двигун 4Ч 9,2/8,6, котрий можна застосовувати на автотракторному мобільному енергетичному засобі (МЕЗ), конвертований у бензо-газовий ДВЗ 4ЧГ 9,2/8,6.

Предметом дослідження: з закономірності зміни техніко-економічних характеристик бензо-газового ДВЗ для МЕЗ при частковому заміщенні бензинового палива природним газом.

Мета роботи є: підвищення ефективності експлуатації за рахунок поліпшення техніко-економічних показників робочого процесу двигуна МЕЗ шляхом застосування додаткової електронної газової системи живлення з механічним газовим редуктором.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- теоретично обґрунтувати склад комбінованої горючої суміші для бензо-

газового двигуна МЕЗ.

- адаптувати механічний газовий редуктор у систему живлення бензо-газового двигуна з комбінованим сумішоутворенням;
- експериментально встановити закономірності зміни енергетичних показників бензо-газового двигуна від параметрів складу комбінованої горючої суміші.

Висновки. Виконані розробки створили передумови для подальшого вдосконалення та підвищення ефективності використання газового палива у робочому процесі 4ЧГ 7,75/7,35 ДВЗ, і забезпечили підвищення техніко-економічних показників в процесі конвертації бензинового, у бензо-газовий двигун.

Електронну газову систему живлення з газовим редуктором в процесі конвертації адаптовано і перетворено бензиновий ДВЗ 4Ч 9,2/8,6, у бензо-газовий 4ЧГ 9,2/8,6 двигун для легкового автомобілю середнього класу.

Список використаних джерел

1. Веб-сайт. URL: <https://www.elpigaz.com/en/index/>.
2. Веб-сайт. URL: https://omvlgas.it/wp-content/uploads/2019/09/Catalogo_OMVL.pdf.
3. Веб-сайт. URL: https://www.prinsautogas.com/en/products/vsi_system/vsi_system.html.
4. Веб-сайт. URL: <https://www.prinsautogas.com/it/sistemi>.
5. Веб-сайт. URL: <https://brc.it/kit/>.
6. Манойло В.М., Берладін Д.В. Аналітичний огляд газових редукторів застосованих в системах живлення автотракторних ДВЗ транспортних засобів. *Збірник наукових праць УДУЗТ*. 2016. Випуск 160. С. 60–63.
7. Манойло В.М., Дзюбенко А.А., Липинський М.С. Стенд для дослідження витратних та динамічних характеристик електромагнітних дозаторів систем живлення газових ДВЗ. *Вісник СевНТУ*. 2011. Вип. 122/2011. С. 77–81.
8. Манойло В.М. Безмоторний стенд для дослідження електрокерованих газових дозаторів систем живлення автотранспортних двигунів. *Вісник ХНАДУ*. 2018. Вип. 82. С. 131–136.
9. Manoylo V., Shevchenko I., Kolesnik I. Experimental evaluation of capacity gas reducer of foreign production, adapted to the engine power supply system. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2017. Vol.19. №4. P. 5–8.

УДК 621

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ДОЗАТОРУ НА «ЧИСТО» ГАЗОВОМУ ДВИГУНІ ДЛЯ ЛЕГКОВОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

**Манойло В.М. д.т.н. професор, Гончаров С.В., Шулаєв М.Є. аспіранти,
Яценко В.О., Яненко П.А. здобувачі вищої освіти**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Постійне підвищення потреби у бензиновому паливі та суттєве його подорожчання в останні роки призводять до необхідності переведення легкових транспортних засобів на альтернативні види палива, в якості котрого застосовується стислий і зріджений природний газ.

Газові ДВЗ можна виконувати з декілька підвищеним ступенем стиснення, за рахунок чого вони мають високі техніко-економічні і екологічні показники робочого процесу.

У європейських країнах, США, Японії, Азії та Південної Америки фахівцями автомобілебудування особлива увага приділяється питанням створення ефективних та безпечних конструкцій газобалонного обладнання, у тому числі газових інжекторів, що використовуються автотранспортними засобами.

Технічна інформація, наведена в [1-2], свідчить про розробку вітчизняного дослідного зразка електромагнітного дозатора газу (ЕДГ), системи живлення для вантажного автотракторного двигуна середньої потужності.

Німецькими розробниками фірми HEINZMANN розроблена конструкція дозатора [3], наведені результати досліджень по визначенню витратних та динамічних характеристик клапанів подачі газу Megasol 200 & 425, який використовуються в системах живлення на стаціонарних ДВЗ великої потужності від 1000 кВт і більше.

Компанія AC S.A. (Польща) виробник сучасних автогазових систем [4-5], що працюють на зрідженому (LPG) та стиснутому природному газі (CNG) марки STAG, які використовуються на бензинових ДВЗ та дизелях [6] для легкових автомобілів.

Газові форсунки Barracuda/Digitronic – це високошвидкісні газові інжектори, що виготовляються на заводі Alex [6] (Польща).

На ринку Східної Європи вони найбільш відомі під назвою Digitronic та адаптовані під кліматичні та дорожні умови країн СНД.

Провідною італійською фірмою BRC Gas Equipment, виготовляються та продаються компоненти та системи для зрідженого нафтового газу (LPG) та метану (CNG), продукція фірми використовується на легкових автомобілях [7].

Компанією BRC випускаються три модифікації газових інжекторів BRC IN03 із розподіленою подачею палива.

Даний дуже важливий вузол, що випускається компанією BRC, може бути використаний для розробки «чисто» газових ДВЗ вітчизняного виробництва.

Конструктивні особливості «чисто» газових ДВЗ для транспортних засобів

значною мірою визначають ефективність застосування КПП та СПГ (компримованого або стиснутого природного газу).

У світовій практиці промислове виробництво газобалонних автомобілів для роботи на зрідженому природному газі та стиснутому вуглеводневому газі є провідною концепцією сучасного автомобілебудування.

До переваг газу, як моторного палива перед бензином можна віднести:

- найкраще сумішоутворення, відсутність рідких фракцій у суміші, що надходять у циліндр, та зменшує знос рухомих деталей циліндро-поршневої групи двигуна;

- велике значення має також менший вміст шкідливих речовин, котрі негативно впливають на людей та флору і фауну, знаходяться у відпрацьованих газах в якості негативних викидів хімічних складових у продуктах згоряння [2] ДВЗ;

- термін дії у свічок запалювання і моторного масла в 1.3 – 1,5 рази у газових ДВЗ вищий, ніж у бензинових.

Об'єктом дослідження: є бензиновий двигун МеМЗ-317, котрий можна застосовувати на легковому мобільному енергетичному засобі (МЕЗ), конвертований у «чисто» газовий 4ЧГ 77,5/7,35 ДВЗ.

Предметом дослідження: є аналіз впливу на техніко-економічні характеристики «чисто» газового ДВЗ для МЕЗ при повному заміщенні бензинового палива природним газом.

Мета роботи: підвищення ефективності експлуатації за рахунок поліпшення техніко-економічних і екологічних показників робочого процесу двигуна МЕЗ шляхом застосування електронної газової системи живлення.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- теоретично обґрунтувати склад комбінованої горючої суміші для «чисто» газового двигуна МЕЗ;

- адаптувати електронні електромагнітні газові дозатори (іноземного виробництва) у систему живлення «чисто» газового двигуна з комбінованим сумішоутворенням;

- експериментально встановити закономірності зміни енергетичних показників «чисто» газового двигуна від параметрів складу комбінованої горючої суміші.

Висновки. Виконані розробки створили передумови для подальшого вдосконалення та підвищення ефективності використання газового палива у робочому процесі ДВЗ 4ЧГ 7,75/7,35, і забезпечили підвищення техніко-економічних та екологічних показників в процесі конвертації бензинового, у «чисто» газовий двигун.

Електронну газову систему живлення в процесі конвертації адаптовано і перетворено бензиновий ДВЗ МеМЗ-317, у «чисто» газовий 4ЧГ 7,75/7,35 для застосування на міні автомобілі категорії N1 до 3,2 тони.

Список використаних джерел

1. Абрамчук Ф.І., Манойло В.М., Дзюбенко А.А. та ін. Досвідчений зразок електромагнітного дозатора газу, системи живлення автотракторного двигуна

6ГЧН 13/14. *Східноєвропейський журнал передових технологій*. 2012. №2/8 (56). С. 38 – 42.

2. Абрамчук Ф.І., Манойло В.М., Липинський М.С., Дзюбенко А.А. Особливості конструкцій електромагнітних дозаторів газу систем живлення ДВЗ. *Автомобільний транспорт*. 2010. №27. С. 43-51.

3. Клапани подачі газу Megasol 200 & 425. К.: HEINZMANN KIEV, 2007. 31 с.

4. Веб-сайт. URL: <http://www.ac.com.pl/pl-centrum-pobran-oprogramowanie-qgeneracja>.

5. Веб-сайт. URL: https://omvlgas.it/wp-content/uploads/2019/09/Catalogo_OMVL.pdf

6. Веб-сайт. URL: <https://autogas-alex.com/>.

7. Веб-сайт. URL: <https://brc.it/kit/>.

УДК 631.3.06

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МТА ПРИ МІЖРЯДНОЇ ОБРОБКИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Шушляпін С.В. к.т.н. доцент, Цебенко Д.В. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Automation of tractor driving significantly improves the driver's working conditions, and also ensures increased productivity of the unit as a result of greater stability of the implement's gripping width and tractor loading.

Процес керування тракторними агрегатами містить у собі виконання наступних основних функцій: водіння; керування режимами роботи трактора; керування режимами роботи сільськогосподарських машин, що входять в агрегат; контроль за станом і роботою агрегату; інші операції керування й обслуговування: пуск і зупинка агрегату, переведення його з робочого положення в транспортне і повертання назад та інше.

З усіх перерахованих операцій керування тракторним агрегатом найбільш трудомістким є водіння, тому що вимагає безперервної уваги і досить значних фізичних зусиль тракториста. Автоматизація водіння трактора істотно поліпшує умови праці водія, а також забезпечує підвищення продуктивності агрегату в результаті більшої стабільності ширини захоплення знаряддя і завантаження трактора; а також застосування автоматизації водіння на гоні при виконанні деяких операцій (міжрядна обробка й ін.) дозволить підвищити швидкість руху тракторного агрегату.

Основним резервом у підвищенні продуктивності мобільних агрегатів є підвищення робочих швидкостей тракторів унаслідок збільшення потужності двигунів. Однак часто швидкість руху лімітується не потужністю двигуна, а фізіологічними можливостями водія. Тому підвищення робочих швидкостей агрегату та продуктивності праці можливо тільки при автоматизації керування тракторами.

Оснащення сучасною сільськогосподарською технікою гідравлічними пристроями, упровадження начіпних машин відкрили широкі можливості для автоматизації мобільних сільськогосподарських агрегатів. Однак при реалізації цих можливостей виникають визначені труднощі, обумовлені складністю процесів, здійснюваних мобільними агрегатами при взаємодії їхніх робочих органів з оброблюваним середовищем, а також вимогами до вартості і експлуатаційної надійності розроблювальних засобів автоматики. Автоматизація процесів, здійснюваних мобільними агрегатами, ускладнюється ще і тим, що загальні конструктивні і технологічні рішення, застосовувані в промислових об'єктах, не можуть бути механічно перенесені в сільськогосподарське виробництво тому необхідно шукати нові шляхи і засоби.

Для тракторних агрегатів на найближчу перспективу необхідні пристрої автоматики, що відрізняються простотою, низькою вартістю і практично не потребуючі обслуговування.

Розробка системи автоматичного водіння МТА, підвищує точність руху МТА при виконанні міжрядної обробки просапних культур Рішення поставленої задачі, у кінцевому рахунку, приводить до підвищення продуктивності при догляді за посівами, зменшує витрати ручної праці на боротьбу з бур'янами.

Список використаних джерел

1. Автоматика и автоматизация мобильных сельскохозяйственных машин / Носов Г.Р., Кондратец В.А., Сакало Л.Г., Серeda Л.И. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1984. – 248 с.

УДК 669.715

ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ОРНИХ АГРЕГАТІВ ЗА РАХУНОК АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРАКТОРА

Шушляпін С.В. к.т.н. доцент, Яковлев М.В. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

During plowing and pre-sowing cultivation, the main attention is paid to managing and controlling the depth of plow bodies or cultivator tines, and during inter-row cultivation of crops, maintaining the specified value of the protective zone.

В нашій країні та за кордоном ведуться роботи зі створення автоматичних систем контролю та керування технологічними операціями ґрунтообробки. При оранці та передпосівній обробці основна увага приділяється керуванню й контролю глибини ходу корпусів плугів або лабетів культиваторів, при міжрядній обробці посівів – підтримці заданої величини захисної зони.

Для такої енергоємної операції, як оранка, точне дотримання агротехнічних вимог не є єдиним критерієм оцінки роботи агрегату. Будучи пов'язаним із трактором, плуг є складовою частиною єдиної динамічної системи трактор-плуг і повинен сприяти найбільш повній реалізації тягово-зчіпних

якостей трактора.

Численними дослідженнями встановлено, що існуючі орні МТА працюють, як правило, з відхиленням фактичної глибини оранки від заданої у межах $\pm 2,0 \dots 3,5$ см, що спричинює недобір врожаю, наприклад, зернових культур на 7-8%, збільшення витрат палива на 3-5% та зменшення продуктивності агрегатів.

Враховуючи світовий досвід тракторного та сільськогосподарського машинобудування, з метою підвищення експлуатаційної ефективності агрегатів постає необхідність застосування на тракторах, особливо під час виконання ними орних робіт, спеціальних систем регулювання начіпного механізму трактора, що підвищують якість обробітку ґрунту шляхом покращення рівномірності руху робочих органів, функціональної стабільності орного агрегату, обладнаного регулятором начіпного механізму трактора.

Список використаних джерел

1. Трактори та автомобілі. Ч.7. Практикум. Технологічні основи мобільних енергетичних засобів: Навч. посібник / В.М. Антощенко, Р.В. Антощенко, М.П. Артьомов, А.Т. Лебедєв. За ред. проф. А.Т. Лебедєва. – Х.: Факт, 2013. – 232 с.

УДК 631.359.1. 89

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО ДИЗЕЛЯ З ЕЛЕКТРОННИМ УПРАВЛІННЯМ

**Магац М.І. к.т.н., доцент, Сукач О.М. к.т.н., доцент, Хімка С.М. к.т.н.,
доцент, Гошко З.О. к.т.н., доцент, Дуфанець І.Г. ст. викладач**

*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького*

Науменко О.А. к.т.н., професор

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження, є визначення компресії у циліндрах дизеля трактора John Deere (після сезонних робіт), за використання комп'ютерного діагностичного обладнання.

На сьогоднішній день, одна з головних проблем, як для аграрних підприємств, так і для компаній, що займаються виробництвом сільськогосподарської продукції, є контроль та витрата палива сучасними автотракторними засобами. Постійне зростання вартості на пальне та його економне використання, являється особливо актуальним, для багатьох власників автомобільних та тракторних підприємств. Це відповідно, впливає на ціну кінцевого продукту чи послуги.

Електронні системи автоматизованого управління сучасними автомобілями та бортовими пристроями, мають фактично схожу конструктивну

схему. Різні електронні датчики, перетворюють дані про контрольовані неелектричні параметри, на електричні сигнали. Ці сигнали проходять процес оцифрування та надсилаються до електронного блоку управління. Мікроконтролер, спираючись на отримані дані та запрограмоване програмне забезпечення, аналізує інформацію та управляє виконавчими механізмами.

Однією з найефективніших паливних систем, що широко застосовується у сучасних автотракторних двигунах, є система Common Rail [1]-[3].

Для її ефективної роботи, у циліндрах дизеля, повинна забезпечуватися висока герметичність, що відповідно відображається на компресії, яка повинна становити від 20 до 32 Бар [4]-[7].

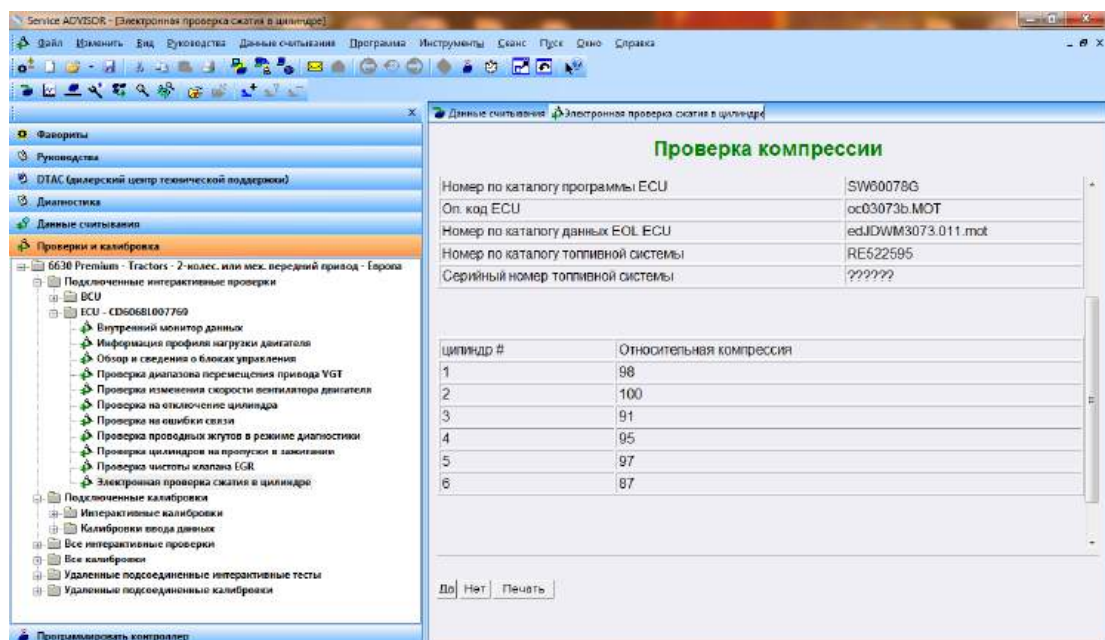
Так, як сільськогосподарський трактор, зазнає значних перевантажень, особливо під час основного обробітку землі (оранки), температурний режим дизеля у більшості випадків підвищується, що у подальшому, суттєво впливає на стан циліндро поршневої групи, тобто на зниження компресії у циліндрах.

Даний негативний процес, суттєво впливає на тягові характеристики агрегату та його продуктивності.

Тому, для оперативного виявлення технічного стану (без механічних втручань обслуговуючого персоналу) дизеля, слід використовувати комп'ютерне діагностичне обладнання.

Відповідно до методики процесу проведення комп'ютерної діагностики сучасного дизеля, отримали наступні результати досліджуваних параметрів, табл. 1.

Таблиця 1 – Значення досліджуваних параметрів



Аналізуючи дані сканованих параметрів дизеля (після завершення сезонних робіт), можна цілком стверджувати, що найменша компресія спостерігається у 6 – му циліндрі, тобто становить у процентному відношенні 87 %.

Відповідно, у табл. 2, представлено зниження компресії у циліндрах досліджуваного дизеля (на протязі 5-ти сезонів), залежно від напрацьованих мото год.

Слід зазначити, що на початку проведення досліджень, напрацювання трактора John Deere становило 5240 мото год.

Таблиця 2 – Зниження компресії у циліндрах

Напрацьовано, мото год	Номер циліндра	Зміна компресії у циліндрах дизеля, %
1	2	3
1 – й сезон		
6249	1	100
	2	100
	3	99
	4	100
	5	100
	6	100
2 – й сезон		
7129	1	100
	2	100
	3	97
	4	98
	5	100
	6	98
Продовження таблиці 2		
1	2	3
3 – й сезон		
8011	1	100
	2	100
	3	95
	4	98
	5	99
	6	95
4 – й сезон		
9231	1	99
	2	100
	3	95
	4	98
	5	98
	6	92
5 – й сезон		
10148	1	98
	2	100
	3	91
	4	95
	5	97
	6	87

Провівши аналіз вище наведеної таблиці, бачимо, що найнищі процентні показники компресії спостерігаються у середніх циліндрах. Даний негативний процес, пояснюється збільшеним навантаженням та тривалими підвищеними температурними режимами двигуна.

Згідно табл. 2, побудовано графіки залежності зниження компресії у циліндрах досліджуваного дизеля, відносно напрацьованих мото год, рис. 3

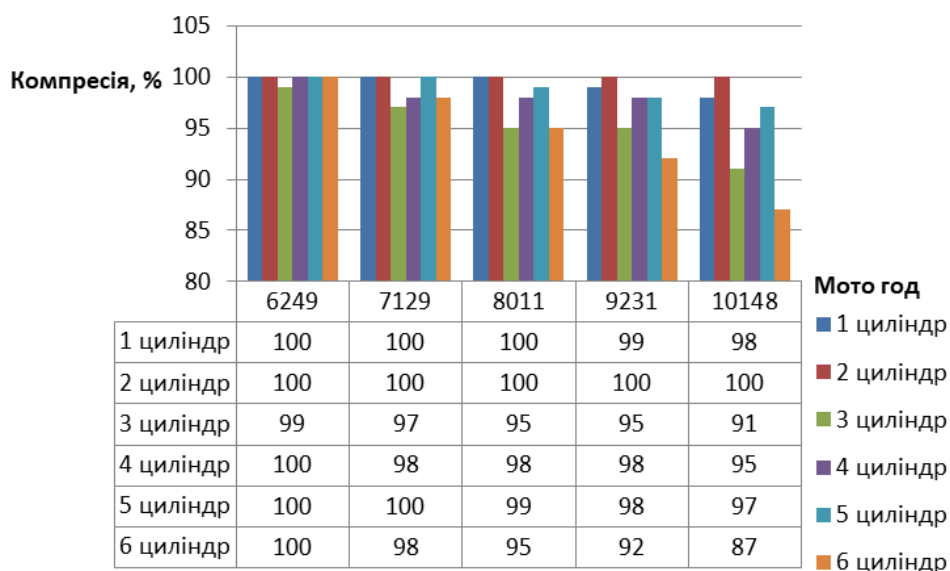


Рисунок 3. Графіки залежності зниження компресії у циліндрах досліджуваного дизеля, відносно сезонних напрацьованих мото год трактора John Deere.

Аналізуючи графіки, цілком можна стверджувати, що найбільше зниження компресії (за напрацьованих 10148 мото год) відбулося у 6 – му циліндрі.

Відповідно, щоб дослідити дійсне значення компресії у даному циліндрі, необхідно використати компресометр і співставити отримане значення із технічними умовами (20 – 32 Bar) [7].

Список використаних джерел

1. Бороденко Ю.М., Гнатов А.В., Аргун Щ.В. Мехатронні системи. Част. 1. Силовий привід: підручник. Харків: ХНАДУ, 2023. 300 с.
2. Кашканов А. А., Кужель В. П., Грисюк О. Г. Інформаційні комп'ютерні системи автомобілів і тракторів: Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. – 230 с.
3. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автотракторними двигунами : [навч. посібник]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.
4. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018, 400 с.
5. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009, 400с.
6. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013, 132 с.
7. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автотракторними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 132 с.

Секція 2

||| **СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ
МАШИНИ ТА ІНЖЕНЕРІЯ
ТВАРИННИЦТВА**

ROLA MAGAZYNOWANIA ENERGII W KONTEKŚCIE POPRAWY EFEKTYWNOŚCI SYSTEMÓW OZE

Taras Shchur, PhD

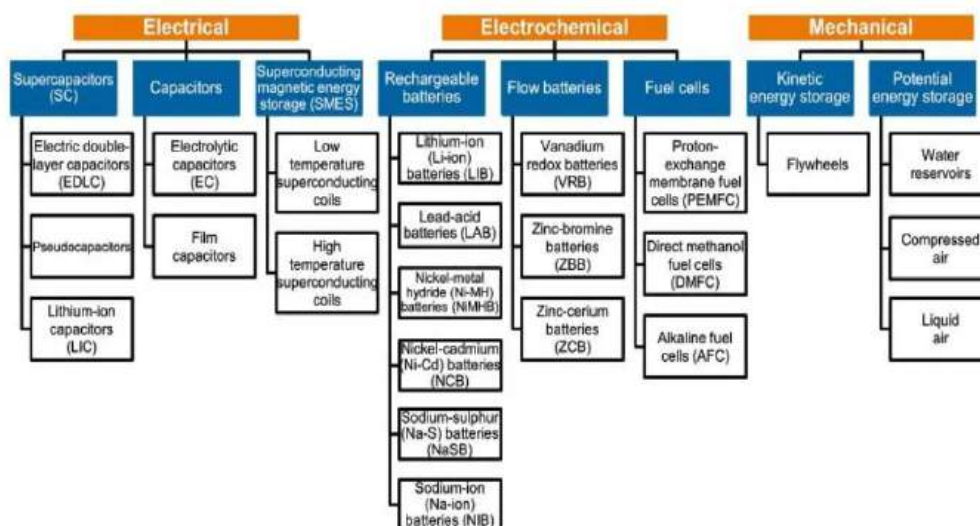
Państwowy Uniwersytet Biotechnologiczny, Ukraina

Adrian Marszałkowski

Politechnika Bydgoska im. J. J. Śniadeckich, Polska

Main Article

Magazynowanie energii stanowi kluczowy element zwiększający efektywność wykorzystania odnawialnych źródeł energii [1,2]. Aktualnie stosowane technologie magazynowania energii obejmują rozwiązania elektrochemiczne, mechaniczne, elektryczne i cieplne, z których najczęściej wykorzystywane w instalacjach domowych są akumulatory litowo-jonowe ze względu na wysoką sprawność i kompaktową budowę (rys. 1).



Rys. 1. Aktualnie stosowane technologie magazynowania energii

Przeprowadzona analiza dotyczyła głównie technologii magazynów elektrochemicznych w kontekście ich zastosowania w domowej mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 8,5 kWp. Przeprowadzono symulacje dla wariantów 5 kW, 10 kW i 15 kW, badając stan naładowania i oszczędności energii. Szczególną uwagę poświęcono analizie stanu naładowania akumulatorów oraz uzyskanym oszczędnościom energii sieciowej. Najlepszą efektywność roczną osiągnął magazyn 5 kW, większe pojemności były często niewykorzystane z powodu ograniczonej mocy instalacji, co wskazywało na potrzebę jej rozbudowy dla pełnego wykorzystania większych magazynów.

Conclusion

Zarówno analiza techniczna, jak i ekonomiczna wskazują, że wariant 5 kW jest najlepiej dopasowany do warunków analizowanej instalacji. Zapewnia regularne cykle pracy i największą opłacalność przy zachowaniu stabilności systemu. Większe magazyny nie przynoszą proporcjonalnych korzyści, co czyni je mniej efektywnym

rozwiązaniem bez dodatkowej rozbudowy źródła PV.

References

1. Flizikowski J. Mroziński A.: Inżynieria instalacji fotowoltaicznych. Monografia pod redakcją A. Mrozińskiego. Wydawnictwo Grafpol, Bydgoszcz 2016
2. Mroziński A.: Poradnik dobrych praktyk wdrażania instalacji odnawialnych źródeł energii. Wydawnictwo 1studio.pl Arkadiusz Bartnik, ISBN 978-83-943206-0-7, Bydgoszcz 2015

УДК 631.362

ДООЧИЩЕННЯ НАСІННЯ РИСУ НА ВІБРАЦІЙНІЙ НАСІННЕОЧИСНІЙ МАШИНІ

**Михайлов А.Д., Абдуєв М.М. к.т.н. доценти, Дорошко Д.О., Лазебний М.В.,
Юристовський Р.В. здобувачі ВО**

Державний біотехнологічний університет

Застосування вібраційної насіннеочисної машини при сепарації насінневої суміші рису дає можливість підвищити вміст насіння основної культури на 8,7% та отримати більше 95,0 % насіння з високими посівними властивостями.

Мета досліджень: Провести дослідження можливості виділення із насіння рису важковідокремлюване насіння бур'янів на вібраційній насіннеочисній машині.

Основні матеріали досліджень: Важковідокремлюване насіння бур'янів дуже важко виділити із насіння рису за традиційними ознаками сепарації на існуючих у теперішній час насіннеочисних машинах.

Це пояснюється тим, що насіння основної культури і бур'янів практично не відрізняються між собою за аеродинамічними властивостями, розмірами, станом поверхні, щільністю, формою та іншими ознаками [3,4].

Тому з метою визначення можливості видалення насіння бур'янів були проведені експериментальні дослідження по доочищенню насіння рису на вібраційній насіннеочисній машині [1,2].

Вихідна насіннева суміш рису не відповідала посівним якостям і мала наступні показники: вміст насіння основної культури насіння - 91,2%, загальна наявність насіння бур'янів - 8,8%, у тому числі насіння очерету звичайного - 3,9%; мишію сизого - 2,7%, гібіску трійчастого - 2,2%.

Для якісного технологічного процесу і максимального виходу кондиційного насіння рису площини вібраційної насіннеочисної машини були облицьовані брезентом.

Установочні конструктивно-кінематичні параметри машини були прийняті наступними: амплітуда коливань робочого органу - 1,1мм, частота коливань - 175,0с⁻¹, кут спрямованості - 29,0°, поздовжній кут нахилу - 3,1°, поперечний кут - 1,2°, продуктивність - 270,0 кг/год. Фракції насінневого матеріалу рису потрапляли до п'яти приймальників.

Сепарація насінневої суміші рису на вібраційній насіннеочисній машині показує, що у першій приймальник надійшло 35,9% насіння рису (максимальна кількість від загальної маси), у якого вміст насіння основної культури підвищився на 8,2%, у порівнянні з вихідною сумішшю. Незначна кількість до цього приймальника потрапило насіння бур'янів (лише 0,6%), у тому числі 0,2% очерету звичайного, 0,3% мишію сизого та 0,1% гібіску трійчастого.

Об'єм насінневого матеріалу рису другого приймальника склав 28,2% від загальної маси, а вміст насіння основної культури - 99,1%. Сюди надійшло насіння бур'янів у кількості 0,9%: очерету звичайного - 0,3%, мишію сизого - 0,4%, гібіску трійчастого - 0,2%. Така кількість засмічувачів не вплинуло на кондиційність насіння основної культури.

Чистота насіння рису наступного приймальника, у порівнянні з вихідним, підвищилася на 7,8%. До насінневого матеріалу потрапило 0,4% насіння очерету звичайного і мишію сизого та 0,2% гібіску трійчастого. Вихід насіння рису склав 17,8% (від загальної маси).

У четвертий приймальник надійшов насінневий матеріал рису у кількості 13,6%, у якому вміст насіння бур'янів був таким: 0,7% - очерету звичайного, 0,6% - мишію сизого, 0,7% - гібіску трійчастого. Вміст насіння основної культури цього приймальника підвищився на 6,8%, у порівнянні з вихідним насінням рису.

Це насіння також відповідало вимогам ДСТУ [5].

До останнього (п'ятого) приймальника потрапила некондиційна насіннева суміш рису, яка містила у себе разом з неповноцінним насінням основної культури (травмованим, щуплим, недорозвиненим та ін.) значний об'єм насіння бур'янів. Їх загальна кількість дорівнюється 57,9%, у тому числі: 22,3% - очерету звичайного, 20,7% - мишію сизого, 14,9% - гібіску трійчастого.

Цей матеріал слід віднести до неповноцінного насіння (вихід суміш складає 4,5%).

Висновки: Таким чином, проведені експериментальні дослідження показують, що використання вібраційної насіннеочисної машини дозволяє із вихідної некондиційної насінневої суміші рису видалити важковідокремлюване насіння бур'янів, які дуже погано очищаються на існуючих традиційних насіннеочисних машинах загального і спеціального призначення. При цьому є можливість підвищити вміст насіння основної культури (на 8,7%) та отримати більше 95,0% насіння рису з високими посівними кондиціями.

Список використаних джерел

1. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.
2. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.
3. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95с.

4. Михайлов А.Д. Підготовка до роботи спеціальних зерноочисних машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт. - Харків: 2014. - 15 с.

5. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.

УДК 631.362

СОРТУВАННЯ НАСІННЯ РИСУ НА ВІБРАЦІЙНІЙ НАСІННЕОЧИСНІЙ МАШИНІ

**Михайлов А.Д., Козій О.Б. к.т.н. доценти, Шестов К.Г.,
Попова А.В. здобувачі ВО**

Державний біотехнологічний університет

Використання вібраційної насіннеочисної машини дозволяє із некондиційної насінневої суміші отримати 96,0% якісного насіння рису, у якого схожість, енергія проростання, маса 1000 насітин, у порівнянні з вихідним, підвищилися, відповідно, на 9,0%, 7,0%, 8,7г.

Мета досліджень: Провести дослідження можливості виділення із насіння рису неповноцінного насіння основної культури на вібраційній насіннеочисній машині.

Основні матеріали досліджень: Очищення і сортування насіння рису на насіннеочисних машинах загального і спеціального призначення не завжди призводить до отримання насіння основної культури з високими посівними якостями [3,4].

Після видалення із насіння рису важковідокремлюване насіння бур'янів були проведені експериментальні дослідження мета яких полягала у тому, щоб підвищити посівні показники насіння основної культури такі як схожість, енергію проростання і масу 1000 насітин на вібраційній насіннеочисній машині [1,2].

Досліди проводились при встановленні на машині наступних установочних параметрів: амплітуди коливань робочого органу - 1,0мм, частоти - $170,0\text{с}^{-1}$, кута спрямованості - $28,0^\circ$, поздовжнього та поперечного кутів нахилу площин, відповідно, $3,1^\circ$ і $2,3^\circ$. Площини були облицьовані абразивним полотном, продуктивність вібраційної насіннеочисної машини дорівнювалася 290,0 кг/год. Фракції насіння, як і при його доочищенні, розділялися і переміщувалися до п'яти приймальників.

Вихідна насіннева суміші рису мала наступні посівні якості: схожість - 82,0%, енергію проростання - 69,0%, масу 1000 насітин - 26,3г. Це насіння не відповідало вимогам ДСТУ [5].

У перший приймальник потрапило 37,1% насіння рису, у якого схожість, енергія проростання і маса 1000 насітин, у порівнянні вихідним матеріалом, відповідно, підвищилися на 13,0%, 17,0% і 10,8г.

Насіння рису, яке мало схожість - 93,0%, енергію проростання - 82,0%, масу 1000 насітин - 36,2г надійшло до другого приймальника. У порівнянні з

вихідною насіннєвою сумішшю, ці показники підвищилися, відповідно, на 11,0%, 10,0% та 9,9г.

Якщо порівняти з вихідним, у наступного приймальника посівні якості насіння рису також збільшилися: схожість на - 9,0,0%, енергія проростання - 8,0% і маса 1000 насінин - 8,5г (вихід насіння - 20,9% від загальної маси).

Аналіз схожості, енергії проростання, маси 1000 насінин рису четвертого приймальника показує, що посівні показники підвищилися, у порівнянні з вихідним матеріалом, відповідно, на 8,0%, 7,0%, 5,6г (вихід насіння - 12,6%).

Схожість, енергія проростання і маса 1000 насінин рису п'ятого приймальника значно зменшилися, у порівнянні з вихідним насінням, відповідно, на: 21,0%, 24,0%, 2,9г.

Висновки: Проаналізувавши результати проведених експериментальних досліджень можна зрозуміти, що на вібраційній насіннеочисній машині одночасно з доочищенням насіння рису виконується також і його сортування. Із некондиційного посівного матеріалу отримали 96,0% якісного насіння рису, у якого схожість, енергія проростання, маса 1000 насінин, у порівнянні з вихідним, підвищилися, відповідно, на 9,0%, 7,0%, 8,7г. Використання такого насіння для посіву у значній ступені впливає на зменшення норми висіву, підвищення рівномірності, дружності сходів та збільшення врожайності рису.

Список використаних джерел

1. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.
2. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.
3. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95с.
4. Михайлов А.Д. Підготовка до роботи спеціальних зерноочисних машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт. - Харків: 2014. - 15 с.
5. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.

УДК 631.362

ЯКІСТЬ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ РИСУ НА ВІБРАЦІЙНІЙ НАСІННЕОЧИСНІЙ МАШИНИ ПРИ РАЦІОНАЛЬНИХ ТА ВИПАДКОВИХ ПАРАМЕТРАХ

Михайлов А.Д., Бакум М.В., Крекот М.М. к.т.н. доценти,
Дорошко Д.О., Лазебний М.В. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

При раціональних параметрах вібраційної насіннеочисної машини вихід насіння рису, вміст насіння основної культури, схожість, енергія проростання і маса 1000 насінин суттєво перевищують аналогічні показники випадкових параметрів.

Мета досліджень: Провести дослідження визначення раціональних параметрів вібраційної насіннеочисної машини для отримання насіння рису з високими посівними властивостями.

Основні матеріали досліджень: Для визначення відмінності посівних показників насіння рису та його виходу були проведені експериментальні дослідження при встановленні на вібраційній насіннеочисній машині (ВНМ) різних її параметрів [1,2].

Очищення і сортування насінневої суміші рису на насіннеочисних машинах загального і спеціального призначення не завжди призводить до отримання кондиційного насіння основної культури [3,4].

При дослідженнях вихідна насіннева суміш рису за вмістом насіння основної культури була некондиційною (чистота дорівнювалася 91,4%). Цей матеріал не відповідав вимогам Державного стандарту України (ДСТУ) [5].

При встановленні на вібраційній насіннеочисній машині випадкових параметрів отримали 90,8% кондиційного насіння рису.

До перших чотирьох приймальників потрапило насіння рису, у якого чистота насіння основної культури підвищилася у різних пропорціях (в залежності від того куди воно надійшло).

Вміст насіння основної культури у порівнянні з вихідною сумішшю збільшився по приймальниках, відповідно, на: 7,2%; 6,9,0%; 6,7%; 6,6%.

Якщо раціональні параметри встановити на вібраційній насіннеочисній машині до приймальників перемістилося кондиційне насіння рису, чистота якого збільшилася, у порівнянні з вихідним насінневим матеріалом (по аналогічних приймальниках), відповідно, на: 8,2%; 7,9%; 7,7%; 6,5%.

Також була проведена оцінка якості насіння рису і його кількості між вихідним матеріалом, випадковими та раціональними параметрами.

Проведений аналіз показує, що спостерігається значна різниця не тільки у якості насіння рису, а також і його розподіленні по приймальниках при встановленні на ВНМ випадкових і раціональних параметрів.

При раціональних параметрах обсяг насіння рису, яке знаходилось у першому приймальнику, збільшився на 3,4%, у порівнянні з випадковими

параметрами.

Кількість насіння другого приймального дорівнюється 29,5%, що на 5,1% більше, чистота насіння рису перевищує на 6,0% аналогічні показники при випадкових параметрах.

Насіння рису потрапило у кількості 24,1% до третього приймального, що на 5,4% перевищує порівняльний показник. Якісні властивості насіння рису також підвищилися на 4,3%.

Об'єм важковідокремлюваного насіння бур'янів четвертого приймального також відрізняється у порівнянні з випадковими параметрами. Він при раціональних параметрах дорівнюється 1,2%, а при випадкових - 3,8%.

Насіннева суміш рису, яка надійшла угору (п'ятий - останній приймальник), у обох варіантах була некондиційною.

Треба також зазначити, що спостерігається суттєва відмінність між кількістю насіння рису цього приймального при раціональних і випадкових параметрах, відповідно: 2,1% і 9,2%.

Отримані результати показують, що така сама залежність існує і за посівними властивостями насіння рису, відповідно: 46,2% та 57,4%.

У зв'язку з цим, вихід і кондиційність (вміст насіння основної культури) насіння рису, при випадкових і раціональних параметрах, значно відрізняються між собою. Це стосується і вихідної насінневої суміші рису.

До цього приймального перемістилося значна кількість насіння бур'янів і тому чистота насіння основної культури інших приймальників значно збільшилася.

Після цього проаналізували показники якості насіння рису такі як: схожість, енергію проростання і масу 1000 насінин при встановленні випадкових і раціональних параметрів.

Був зроблений також порівняльний аналіз вказаних посівних властивостей насіння рису з вихідною сумішшю та між різними приймальниками при встановленні на вібраційній насіннеочисній машині випадкових і раціональних параметрів.

Насіннева суміш рису для проведення досліджень була некондиційною. Вона мала такі якісні показники: схожість - 82,0%, енергію проростання - 68,0%, масу 1000 насінин - 26,4г.

При об'єднанні першого-четвертого приймальників вихід насіння рису, при установці на вібраційній насіннеочисній машині випадкових параметрів, дорівнюється 90,8%, а раціональних - 97,9%. При цьому неповноцінне насіння рису потрапило у верхній приймальник ВНМ.

Також були проведені досліді і зроблений порівняльний аналіз посівних властивостей і виходу насіння рису між різними параметрами по окремих приймальниках.

Об'єм насіння рису першого приймального (випадкові параметри) склав 29,2%, схожість, енергія проростання і маса 1000 насінин, відповідно, дорівнюються: 92,0%; 86,0% і 31,5г.

При встановленні на вібраційній насіннеочисній машині раціональних

параметрів (вихід насіння 32,6%), тіж самі показники рису збільшилися, відповідно, на: 5,0%; 4,0% і 4,1г.

Насіння рису другого приймального, у якого схожість, енергія проростання і маса 1000 насінин склали, відповідно, 91,0%; 82,0% і 30,1г, що на 5,0%; 8,0% 4,8г менше, у порівнянні з раціональними параметрами.

Також спостерігається відмінність у виході насіння рису цього приймального при випадкових і раціональних параметрах. Відповідно, ці показники дорівнюють: 30,6% і 29,5%.

При випадкових і раціональних параметрах ВНМ кількість насіння рису, його схожість, енергія проростання і маса 1000 насінин третього приймального, відповідно, складають: 18,7%; 90,0%; 80,0%, 29,3г та 24,1%; 95,0%, 88,0%; 32,1г.

У четвертого приймального схожість, енергія проростання і маса 1000 насінин рису збільшилися на 3,0%; 2,0%; 2,0г, при встановленні на вібраційній насіннеочисній машині раціональних параметрів.

Вихід насіння рису п'ятого приймального (при встановленні раціональних параметрів) дорівнюється 2,4%, що на 7,1% менше подібного показника, у порівнянні з випадковими параметрами.

Схожість, енергія проростання і маса 1000 насінин рису мають менші значення і вони дорівнюють, відповідно: 53,0%; 45,0%; 24,1г та 42,0%; 37,0%; 25,2г. Тобто, у верхній приймальник рухається неповноцінне насіння рису (бите, щупле, травмоване та ін.).

Висновки: Таким чином, порівняльний аналіз показує, що при раціональних і випадкових параметрах вібраційної насіннеочисної машини, відповідно, вихід насіння рису дорівнюється 90,2%; 96,9%, вміст насіння основної культури - 98,1%; 99,3%, схожість - 90,0%; 97,0%, енергія проростання - 80,0%; 91,0% і маса 1000 - 27,8 г; 36,9 г. Якісні властивості насіння основної культури вихідної суміші і випадкових параметрів ВНМ, значно менше подібних показників при встановленні на ВНМ раціональних параметрів.

Список використаних джерел

1. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.
2. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.
3. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95с.
4. Михайлов А.Д. Підготовка до роботи спеціальних зерноочисних машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт. - Харків: 2014. - 15 с.
5. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.

УДК 631.362

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ РИСУ НА ВІБРАЦІЙНІЙ НАСІННЕОЧИСНІЙ МАШИНИ

Михайлов А.Д., Бакум М.В., Крекот М.М. к.т.н. доценти, Лазебний М.В.,
Дорошко Д.О. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

Визначення і застосування раціональних параметрів вібраційної насіннеочисної машини при сепарації насіння рису дає можливість значно підвищити посівні якості насіння основної культури.

Мета досліджень: Визначити раціональні параметри вібраційної насіннеочисної машини для отримання максимальної кількості і якості насіння рису.

Основні матеріали досліджень: Для визначення можливості якісної сепарації насінневої суміші рису на вібраційній насіннеочисній машині, у відмінності від традиційних насіннеочисних машин загального та спеціального призначення [3,4], були проведені експериментальні дослідження.

Для отримання високондиційного насіння рису і максимального його виходу на вібраційній насіннеочисній машині враховували основні регульовальні параметри, які впливають на процес сепарації.

До них відносяться: амплітуда коливань робочого органу - A , яка регулюється за допомогою віброзбудників (кількістю і масою дебалансів на ведучому і веденому валах); частота коливань - ω (збільшується, або зменшується за допомогою варіатора, якій встановлений на валу електродвигуна); кут спрямованості коливань - ε (змінюється переміщенням віброзбудників по пазах кронштейнів); поздовжній кут - α (обертанням гвинтового механізму, якій з'єднує проміжну і основну рами - одночасно двох пакетів); поперечний кут - β нахилу площин (регулюється переміщенням по пазах кронштейнів роздільно двох пакетів); подача насінневого матеріалу рису на кожну площину - за допомогою заслінок (розміром вихідних вікон на живильниках) [1,2].

На підставі проведених попередніх досліджень значення вихідних параметрів були вибрані наступні: $A=1,1\text{мм}$; $\omega=175,0\text{с}^{-1}$; $\varepsilon=29,0^\circ$; $\alpha=3,7^\circ$; $\beta=2,4^\circ$ та визначені їх інтервали варіювання: $A=0,2\text{мм}$; $\omega=15,0\text{с}^{-1}$; $\varepsilon=1,2^\circ$; $\alpha=1,1^\circ$; $\beta=0,3^\circ$.

Вони позначалися таким чином: $A=X_1$; $\omega=X_2$; $\varepsilon=X_3$; $\alpha=X_4$; $\beta=X_5$.

Для проведення експериментальних досліджень був використаний багатofакторний експеримент (центральне композиційне планування).

Критерієм оптимізації при доочищенні насіння рису був прийнятий максимальний вихід кондиційного насіння основної культури.

Як критерій оптимізації за схожістю використовували середнеквадратичне відхилення маси 1000 насінин при їх розподіленні по приймальниках.

Були проведені також додаткові досліді, сутність яких полягало у тому, щоб з'ясувати зв'язок взаємозалежності схожості і маси 1000 насінин рису.

Рахували, що чим більша різниця між ними, тим якість сортування насіння основної культури буде кращою.

На робочі площини вібраційної насіннеочисної машини (ВНМ) подача насінневої суміші рису не змінювалася і була прийнята постійною. Вона вибиралася таким чином, щоб на робочому органі було одношарове переміщення насінневої суміші.

При збільшенні подачі це призводить до підвищення продуктивності вібраційної насіннеочисної машини, але при цьому якісні властивості насіння рису значно зменшуються. І навпаки, зменшення подачі на робочий орган ВНМ, дає можливість суттєво підвищити кондиційність насіння. Але при цьому продуктивність вібраційної насіннеочисної машини знижується.

У зв'язку з цим, ще були проведені додаткові дослідження, метою яких було визначення оптимальної подачі на робочий орган ВНМ. Інтервал змінювався від 270,0 - 310,0 кг/год. Результати, які отримали, свідчать про те, що при визначенні цього параметру вібраційної насіннеочисної машини подача дорівнювалась 290,0 кг/год.

Після обробки рівнянь регресії на ЕОМ отримали раціональні параметри при доочищенні і сортуванні насіння рису на ВНМ.

Висновки: Порівняльний аналіз посівних якостей насіння основної культури при встановленні на ВНМ випадкових і раціональних параметрів, свідчить про те, що є значна різниця між посівними властивостями насіння рису. При раціональних параметрах вібраційної насіннеочисної машини такі показники, як вихід, вміст насіння основної культури, схожість, енергія проростання і маса 1000 насінин, у порівнянні з випадковими, суттєво більші.

Раціональні параметри сепарації насінневого матеріалу на вібраційній насіннеочисній машині для отримання максимальної кількості висококондиційного насіння рису, знаходяться у діапазонах значень, встановлених за проведеними дослідженнями та розрахунками.

Слід рекомендувати наступні параметри ВНМ при доочищенні і сортуванні насіння рису, відповідно: $A=1,2; 1,1$ мм; $\omega=175,0; 170,0$ с⁻¹; $\varepsilon=29,0; 28,0$ °; $\alpha=3,7; 3,2$ °; $\beta=2,3; 2,1$ °.

Список використаних джерел

1. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.
2. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.
3. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95с.
4. Михайлов А.Д. Підготовка до роботи спеціальних зерноочисних машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт. - Харків: 2014. - 15 с.

УДК 631.362

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РЕШІТНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ РЕШІТ

Бакум М.В., Михайлов А.Д., Крекот М.М. к.т.н. доценти, Гула А.О.,
Красільник І.С. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

Запропонована конструкція кулькового очисника решіт і обґрунтовані її геометричні параметри.

Мета досліджень: найпоширенішим засобом очищення зернового матеріалу від супутніх домішок є решітний сепаратор. Всі зібрані зернові матеріали хоча б один раз очищаються на решітних робочих органах, зернозбиральних машин, а у більшості випадків такий процес виконується декілька разів, що призводить до травмування зерна і погіршення його якості та строку зберігання. Тому актуальною є проблема по зменшенню кількості проходів зернових матеріалів через решітні робочі органи.

Основні матеріали досліджень: Одним з варіантів по досягненню поставленої мети є підвищення продуктивності сепарації зернових матеріалів на решетах, що можливо забезпечити шляхом підвищення ступеню просівання часток матеріалу через решето. Оскільки решітний робочий орган знижує свою продуктивність (і ступінь просівання матеріалу) через забивання решіт то вирішення цієї проблеми забезпечує досягнення поставленої мети.

Отже для підвищення продуктивності і ступені просівання зернового матеріалу через решето запропонована конструкція кулькового очисника плоских решіт яка встановлюється в корпусі решітного стану між плоским решетом і паралельно йому закріпленою відбивною поверхнею з отворами більшими від отворів плоского решета. Над відбивною поверхнею розміщена рухома рамка з перегородками, які утворюють комірки для кульок. Перегородки рамки виконані об'ємними, наприклад, у вигляді тригранної призми, висота яких рівна різниці відстані між плоским решетом і відбивною поверхнею та радіусом кульки.

Між собою об'ємні перегородки з'єднані так, що утворюють комірки у вигляді рівностороннього шестикутника з кутом при вершинах рівним 120° . Рамка кулькового очисника встановлена з можливістю зворотнього поступального переміщення на спрямовувачах у втулках, закріплених до корпусу решітного стану за рахунок ексцентрикового приводу з шатуном.

Під час роботи решітного сепаратора сипкий матеріал подається на плоске решето і за рахунок його коливань переміщується по ньому, при цьому частинки матеріалу менші за розмірами решета просипаються крізь них, і далі крізь отвори відбивної поверхні та надходять до приймачів проходової фракції. Частинки матеріалу більші за отвори решета переміщуються по ньому і надходять у сходову фракцію. Кульки ударяючись по відбивній поверхні і перегородках

об'ємної форми рамки, відскакують від них і вдаряють по плоскому решету, очищуючи заблоковані отвори від частинок сипкого матеріалу.

Виконання перегородок рамки очисника у вигляді тригранної призми, з розміщенням її основи зі сторони відбивної поверхні, спрямовує кульки, які вдаряються об них, в сторону решета (а не в поперек комірок, як при плоских перегородках у відомих конструкціях), що підвищує інтенсивність ударів кульок по решету.

Зменшення висоти перегородок рамки на величину радіусу кульок суттєво зменшує ширину зони решета над перегородками, яку не мають можливість очищувати кульки. При рухомій рамці і певній інтенсивності заклинювання частинок матеріалу у отворах решета це в підсумку суттєво зменшує кількість заблокованих отворів решета і тим самим підвищує просівання частинок прохідової фракції.

Виконання комірок рамки очисника у вигляді рівносторонніх шестикутників з кутом при вершинах рівним 120° забезпечує не лише можливість кулькам очищувати решето над ними, а й виключає утворення повздовжніх зон неочищеного решета як у відомих конструкціях над повздовжніми перегородками рамки.

Висновки: Таким чином, використання запропонованої конструкції кулькового очисника забезпечить підвищення повноти очищення заблокованих отворів решета і тим самим підвищить якість сепарації сипких матеріалів на решетах.

Список використаних джерел

1. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.
2. Підвищення продуктивності сепарації насіння на решетах [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Крекот, О. В. Сіняєва, М. Б. Мартиросян, І. М. Половенченко // Молодь і технічний прогрес в АПВ : Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 23-24 листоп. 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 161-162.

УДК 631.362

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ОЧИСНИКІВ ПЛОСКИХ КОЛИВАЛЬНИХ РЕШІТ НАСІННЕОЧИСНИХ СЕПАРАТОРІВ

Бакум М.В., Крекот М.М. к.т.н. доценти, Сіняєва О.В. ст. викл., Езіхе Д.Ч., Подкопай О.Ю. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

Надано конструктивні особливості очисників плоских коливальних решіт насіннеочисних сепараторів з зазначенням переваг та недоліків їх конструкцій.

Актуальність роботи. Підвищення продуктивності і якості роботи насіннеочисних машин напряду залежить від конструктивних рішень реалізованих у їх робочих органах. Тому пошук нових конструктивних рішень є

актуальною задачею, яка базується на дослідженнях вже реалізованих конструкцій.

Виклад основних матеріалів. Відома і широко застосовується конструкція кулькових очисників плоских решіт від частинок сипкого матеріалу, які блокують їх отвори.

Широко розповсюдження набула конструкція кулькових очисників плоских решіт, яка складається з плоских решіт, встановлених в решітному стані, під якими закріплені паралельно решетам відбивні поверхні, виконані із дрової сітки або фанери з отворами більшими отворів решета. Між ними встановлюються кулькові очисники решіт, які включають рухомі рамки з плоскими перетинками по всій висоті простору між решетами і відбивними поверхнями, які утворюють комірки для пружних кульок [1]. Під час коливання решітного стану кульки підстрибують на відбивній поверхні і вдаряють знизу по решетах, очищуючи заблоковані отвори від частинок сипкого матеріалу. Такі очисники надійні в роботі, довговічні і не потребують додаткового налагодження перед роботою.

Недоліком такого конструктивного рішення кулькових очисників є утворення неочищених смуг на решетах над високими перетинками комірок рамки (кульки не можуть дістатись до решета на ширину як мінімум половини їх діаметра від стінки комірок рамки з кожної сторони), що знижує якість сепарації сипких насінневих матеріалів.

Частково вдається покращити роботу і зменшити вплив цього недоліку на якість сепарації сипких насінневих матеріалів вдається за рахунок зміщення поперечних перегородок прямокутних суміжних комірок рамки очисника [2], але це конструктивне рішення призводить до збільшення шляху переміщення матеріалу по решету, що суттєво зменшує продуктивність решіт і призводить до більшого травмування зернин оброблюваного матеріалу.

Також цій конструкції притаманні і інші недоліки, а саме, прямокутні комірки рамки з плоскими високими перетинками відбивають кульки в поперек комірок, порушуючи тим самим періодичність ударної дії кульок по решету та відбивній поверхні, рух кульок стає хаотичним і неоптимальним. Це додатково знижує повноту очищення решіт від частинок сипкого насінневого матеріалу і, в кінцевому результаті, якість сепарації матеріалу і продуктивність машини.

Тому такі конструктивні рішення у очисниках решіт потребують подальшого удосконалення. Задачею яка ставиться перед майбутніми конструктивними рішеннями є підвищення якості сепарації сипких матеріалів на плоских решетах за рахунок підвищення повноти очищення заблокованих отворів решета частинками сипкого матеріалу.

Висновки. Напрямок вирішення цієї задачі може бути конструктивне рішення по оптимізації форми рамки і інших її геометричних параметрів з урахуванням фізико механічних властивостей матеріалів відбивних поверхонь і кульок очисника

Список використаних джерел

1. А.С. № 454937. Кл. В07В1/12. Устройство для просеивания сыпучего материала / П.М. Заика, В.Ф. Ридный, Г.Е. Мазнев, Д.И. Мазоренко, Заявл. 20.02.73, заявка № 1885818/28-13. Оpubл. 30.12.74, Бюл. № 48
2. А.С. авторське свідоцтво СССР № 531557. Кл. В07В1/40. Шариковый очиститель плоских решет / П.М. Заика, В.Ф. Ридный, Г.Е. Мазнев и др. Заявл. 20.02.75, заявка № 2109935/15, опубл. 15.10.76, Бюл. № 38
3. Підвищення продуктивності сепарації насіння на решетах [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Крекот, О. В. Сіняєва, М. Б. Мартиросян, І. М. Половенченко // Молодь і технічний прогрес в АПВ : Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 23-24 листоп. 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 161-162.

УДК 631.362

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЄВИХ МАТЕРІАЛІВ НА РЕШЕТАХ

**Крекот М.М. к.т.н. доцент, Сіняєва О.В. ст. викл., Понеділок Б.А.,
Спасьонова В.Є. здобувачі ВО**

Державний біотехнологічний університет

Запропоновано спосіб інтенсифікації процесу сепарації насіннєвих матеріалів на решетах, шляхом додаткового розширювання вихідного матеріалу на поверхні решета.

Актуальність роботи. Решітні сепаратори через свою просту будову широко застосовуються для розділення сипких матеріалів за товщиною і шириною їх компонентів, але їх продуктивність різко зменшується на сепарації насіннєвих матеріалів з компонентами розмірні характеристики яких змінюються у широкому діапазоні. Тому інтенсифікація процесу сепарації таких сумішей є актуальною задачею конструювання і проектування насіннєочисних машин.

Виклад основних матеріалів. Традиційно сепарація сипких матеріалів на решетах виконується в декілька етапів які виконуються на попередньо очищеному матеріалові на скальператорах та пневматичних сепараторах. Попереднє очищення матеріалу покращує результати основного сортування насіннєвих сипких матеріалів на решетах, але при цьому ускладнює технологічний процес післязбиральної обробки зернового матеріалу, підвищує витрати праці і енергоресурсів. При цьому не завжди вдається досягнути бажаного результату. Тому для більшості насіннєвих матеріалів необхідна інтенсифікація процесу сепарації на решетах.

Для реалізації інтенсифікації сепарації сипких матеріалів на решетах спочатку для заданого вихідного сипкого матеріалу налагоджують решето. Для цього на перемичках між отворами запропоновано розташовувати випуклі рифлі (виступи) різної висоти. Кількість різних висот рифлів вибирають на одну менше

кількості розмірних груп компонентів вихідного зернового вороху, адже найбільш крупні компоненти мають відокремлюватись і переміщуватись по самих високих рифлях у верхньому шарі матеріалу, середнього розміру компоненти – по рифлях середньої висоти, а дрібні компоненти – перерозподіляються і переміщуються безпосередньо по поверхні решета. В кожному рядкові отворів решета, чергування висоти рифлів однакове, а між рядами отворів воно дещо зміщене, що забезпечує як постійний процес розшарування компонентів сипкого матеріалу, так і переміщення відсортованих фракцій окремими шарами.

Підготовлене решето встановлюється в решітний стан і включається в роботу сепаратора. Вихідний сипкий матеріал рівномірним шаром подається по всій ширині решета і під дією коливань переміщується вздовж нього. Під час переміщення вздовж решета компоненти сипкого матеріалу контактують з рифлями, які примусово розшаровують цільний потік з перерозподілом крупних компонентів (високими рифлями) до верхнього шару, середніх за розмірами компонентів у проміжні шари, а дрібних компонентів – у нижній шар над решетом.

Висновки. Таким чином, компоненти прохідової фракції примусово перерозподіляються у нижній шар матеріалу безпосередньо на поверхню решета та інтенсивно просіваються через його отвори у прохідову фракцію. Частинки матеріалу середніх і великих розмірів переміщуються по рифлях і надходять у приймачі сходової з решета фракції, не заважаючи частинкам з дрібної фракції просіватись через отвори решета. Це забезпечує підвищення як якості розділення компонентів сипких матеріалів, так і продуктивності сепараторів.

Список використаних джерел

1. Видалення насіння бур'янів і домішок із насіння кукурудзи за парусністю, на решетах та у трієрних циліндрах [Текст] / А. Д. Михайлов, М. В. Бакум, М. М. Крекот, М. М. Абдуєв, О. Б. Козій, О. В. Троян // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 24-25 листоп. 2022 р. - Харків : ДБТУ, 2022. - С. 210-213.

2. Підвищення продуктивності сепарації насіння на решетах [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Крекот, О. В. Сіняєва, М. Б. Мартиросян, І. М. Половенченко // Молодь і технічний прогрес в АПВ : Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 23-24 листоп. 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 161-162.

3. Підвищення ефективності процесу сепарації та калібрування насінні кукурудзи [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Крекот, О. В. Фомичев // Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті : матеріали ХІХ Міжнар. форуму молоді, 6-7 квіт. 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 31.

УДК 631.362

ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА

Крекот М.М. к.т.н. доцент, Сіняєва О.В. ст. викл, Підгірний Д.Є.,
Фомичов О.В. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

Запропоновано конструктивне рішення направлене на підвищення якості роботи пневматичної системи сепарації з вертикальним розміщенням робочого каналу.

Актуальність роботи. Практично всі технологічні процеси сепарації зернових і насіннєвих матеріалів включають в себе пневматичне сепарування вихідного матеріалу. Від ефективності роботи пневматичної системи насіннеочисної машини залежить робота і інших основних робочих органів. Тому забезпечення підвищення ефективності роботи пневматичних систем гарантує якісне виконання процесу сепарації.

Виклад основних матеріалів. Пневматичні сепарувальні канали комбінованих насіннеочисних машин в більшості випадків мають вертикально розміщені робочі канали, здійснити нахил яких не дає можливості конструкція машини. Тому, в такому випадку, конструкція каналу може удосконалюватись тільки в вертикальній площині, без значного підвищення її розмірів по ширині. При розділенні насіннєвих матеріалів у повітряному потоці таких пневмосепараторів спостерігається деяка нерівномірність процесу сепарації по ширині каналу, пов'язана в основному з нерівномірною (подача з однієї сторони) подачею вихідного матеріалу. Для забезпечення рівномірності подачі матеріалу необхідна складна система подачі, яку реалізувати у більшості випадків недоцільно. Тому більш раціонально буде покращити процес сепарації шляхом переорієнтації потоку насіннєвого матеріалу безпосередньо в сепарувальному каналі. Таке можливо реалізувати розділивши сепарувальний канал на дві частини (ступені) з механізмом переорієнтації потоку між ними. Такі рішення можливо реалізувати в конструкції пневматичного сепаратора яка складається із завантажувального пристрою з дозатором, вертикальний аспіраційний канал з подавальним і всмоктувальним патрубком. Під аспіраційним каналом встановлена змішувальна камера очищеного зерна зі спрямовуючою та відбивною поверхнями. Під змішувальною камерою розміщений додатковий аспіраційний канал з подавальним і всмоктувальним патрубками.

Очищене зерно виводиться із сепаратора через вихідний патрубок з шлюзовою камерою.

Запилений повітряний потік по каналу надходить в осаджувальну камеру із розвантажувальними шнеками. Над осаджувальною камерою встановлена вентиляторна установка з всмоктувальним патрубком і нагнітальним каналом з регулятором. Для відокремлення пилоподібних часток з повітряного потоку сепаратор комплектується циклоном з пиловідвідним патрубком. Вихідний

зерновий матеріал подається до сепаратора через завантажувальний патрубок.

Сепаратор працює наступним чином. Під час роботи пневматичного сепаратора вихідний зерновий матеріал через завантажувальний патрубок надходить до завантажувального пристрою і дозувальним пристроєм подається до аспіраційного каналу. В ньому вихідний матеріал, особливо його верхній шар, очищується повітряним потоком що надходить з подавального патрубку. Очищене зерно і легкі домішки що знаходяться в нижній частині шару вихідного матеріалу і не змогли пройти через нього під дією повітряного потоку, надходять до змішувальної камери, а відпрацьований повітряний потік разом з легкими домішками по всмоктувальному патрубкові надходить в осаджувальну камеру. В змішувальній камері зерновий матеріал потрапляє на спрямовуючу поверхню і самоплинно переміщуючись по ній самосортується, в результаті чого зерно опускається на поверхню спрямовуючої, а легкі домішки спливають на поверхню шару матеріалу. При зсіпанні зернового матеріалу на відбивну поверхню підвищується самосортування зернового матеріалу за рахунок різної швидкості опускання різних часток. Закінчується перерозподіл часток зернового матеріалу на відбивній поверхні. Легкі домішки при сході з неї переміщуються у верхньому шарі. Таким шаром зернова суміш надходить до додаткового аспіраційного каналу. Повітряний потік, що надходить з подавального патрубку, проходячи через шар зернового матеріалу відокремлює легкі домішки, що залишились, і транспортує по всмоктувальному патрубку через канал до осаджувальної камери. Очищене зерно вивантажується самоплинно із сепаратора через вихідний патрубок (з шлюзовою камерою для запобігання виходу повітряного потоку), а легкі домішки з осаджувальної камери розвантажувальними шнеками. Повітряний потік в сепараторі формується вентиляторною установкою яка забирає повітря з осаджувальної камери через всмоктувальний патрубок і подає нагнітальним каналом до подавальних патрубків і . Швидкість повітряного потоку у яких регулюється заслінкою в залежності від аеродинамічних характеристик компонентів зернової суміші. Пилоподібні домішки з повітряного потоку відокремлюються циклоном.

Висновки. Таким чином завдяки перемішуванню шару зернового матеріалу відбувається поетапне відокремлення легких домішок з усієї товщини шару, що особливо ефективно для високопродуктивних сепараторів.

Список використаних джерел

1. Підвищення якості сепарації пневматичними сепараторами [Текст] / М.М. Крекот, О.В. Сіняєва, А.О. Животченко, В.М. Немашкало // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 25-26 листоп. 2021 р. - 2022

2. Патент № 51675 Україна, МПК (2009) B07B4/00. Пневматичний сепаратор / Бакум М.В., Крекот М.М. - № 201001264; опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14. – 4 с.

УДК 631.362

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЯ ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР НА ВІБРОРЕШІТНОМУ СЕПАРАТОРІ

Козій О.Б., Михайлов А.Д., Крекот М.М. к.т.н. доценти, Гриненко В.В.,
Голуб І.В. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

Надано результати розділення компонентів насінневої суміші сорго на віброрешітному сепараторі.

Актуальність роботи. Основний робочий орган решітних сепараторів для збільшення продуктивності і якості виконання технологічного процесу часто удосконалюється. Такі удосконалення у більшості випадків призводять до підвищення складності конструкції решіт та ускладнення процесу їх виробництва. Альтернативним напрямком інтенсифікації процесу сепарації насіннєвих матеріалів на решетах є застосування віброприводу на заміну звичайному тихохідному коливальному (ексцентриковому) приводу.

Виклад основних матеріалів. Підтвердженням підвищення продуктивності і якості сепарації при використанні вібраційних решіт замість коливальних можна бачити з результатів сепарації насіннєвого матеріалу сорго (який у нашому випадку відноситься до дрібнонасіннєвого). Так з вихідного матеріалу який містив у своєму складі 99,4 % насіння сорго (як обрушеного, травмованого так і повноцінного). Інші 0,6 % матеріалу склалися з мінеральних домішок 0,3 % (переважно грудочок ґрунту), а також з суміші насіння інших культурних рослин і насіння бурянів сумарним складом 0,3 %. Насіння не основної культури у кількості 107 шт/кг містило в собі насіння щиріці 83 шт/кг, насіння гречишки розлогої 4 шт/кг, насіння марі білої 8 шт/кг, насіння щитиника сизого, а також насіння культурних рослин, насіння гречки 2 шт/кг та насіння пшениці 9 шт/кг, 1 шт/кг. Такий посівний матеріал не відповідав вимогам державного стандарту до посівного матеріалу як за вмістом так і за якісним складом, його лабораторна схожість становила лише 84 %. Після виконання сепарації на вібраційній насіннеочисній машині обладнаній стандартними решетами без модифікацій (розміри і форма отворів решіт підбиралися для сепарації саме досліджуваної насінневої суміші за стандартною методикою). В результаті сепарації насіннєвого матеріалу сорго на віброрешетах за один прохід вороху через сепаратор вдалося отримати дві фракції, сходову і проходову. Очищений матеріал виділився до сходової фракції у кількості 97,1 % від маси вихідної суміші. Очищений матеріал відповідав вимогам Державного стандарту і містив у своєму складі насіння сорго 99,5 %, зі зменшеним вмістом обрушеного і травмованого насіння на 0,8 %. Також очищений матеріал містив меншу кількість мінеральних домішок на 0,1 % і меншу кількість насіння бурянів і інших культурних рослин. Так в очищеному матеріалі взагалі не містилося насіння щиріці, вміст насіння гречишки розлогої зменшилося на 1 шт/кг, вміст насіння марі білої зменшилося на 6 шт/кг, вміст насіння щитиника сизого

зменшилося на 1 шт/кг, а насіння культурних рослин по кількості на 1 кілограм залишилося в тих же межах через значні розміри. При цьому насіння культурних рослин легко відокремлюється на решеті з більшими розмірами отворів. Також після сепарації була підвищена і схожість посівного матеріалу на 6 %.

Висновки. Результати сепарації насіннєвого матеріалу сорго доводять що використання вібраційного решета забезпечує інтенсифікацію процесу сепарації і з некондиційного посівного матеріалу вдалося отримати кондиційний з незначними втратами насіння основної культури у відходи біля 2 % який складався в основному з обрешеного і пошкодженого насіння і до того ж мав невисоку схожість біля 70 %.

Список використаних джерел

1. Видалення насіння бур'янів, домішок та неповноцінного насіння сорго на віброфрикційному сепараторі [Текст] / А. Д. Михайлов, О. В. Козаченко, М. В. Бакум, М. М. Кречот, С. Ю. Калина, Д. Ю. Дяченко // Молодь і технічний прогрес в АПК : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Держ. біотехнол. ун-т, 26-27 листоп. 2024 р. - Харків, 2024. - С. 176-178

2. Підвищення продуктивності сепарації насіння на решетах [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Кречот, О. В. Сіняєва, М. Б. Мартиросян, І. М. Половенченко // Молодь і технічний прогрес в АПК : Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 23-24 листоп. 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 161-162.

УДК 631.372:633.853.3

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ РИЦИНИ

Алієв Е.Б. д.т.н. старш. дослідн., Головченко В.В. аспірант

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Метою дослідження є розробка конструкції машини для очищення насіння рицини, яка враховує особливості насіннєвої суміші і забезпечує мінімальне травмування насіння.

Відповідно до новітніх стратегічних документів Європейського Союзу в галузі біоекономіки, виробництво має орієнтуватися на використання біологічної сировини замість традиційної нафтопродуктової бази. Сільське господарство, у свою чергу, може сприяти реалізації цього підходу шляхом ефективнішого залучення побічної продукції переробки олійних культур. Проте культивування технічних культур викликає занепокоєння щодо раціонального використання земельних ресурсів і створює потенційну конкуренцію між культурами продовольчого та непродовольчого призначення. Одним із компромісних рішень є вирощування технічних культур на малопродуктивних або маргінальних землях, що дозволяє наблизитися до енергетичних орієнтирів ЄС, не обмежуючи площі, необхідні для виробництва продуктів харчування. У зв'язку з цим доцільно аналізувати й удосконалювати ланцюги створення

доданої вартості культур, що характеризуються низькими вимогами до ресурсів, з метою усунення бар'єрів до їх широкого впровадження. У цьому контексті рицина (*Ricinus communis* L.) розглядається як перспективна культура непродуктового спрямування, яка здатна давати стабільні врожаї за умов обмеженого ресурсного забезпечення в Україні: 1,6–1,8 т/га для сорту Олеся, 1,7–2,1 т/га для сорту Хортичанка, 1,5–1,7 т/га для сорту Хортицька 3. Отриману рицинову олію можна використовувати в багатьох галузях – від виробництва біопального до виготовлення фармацевтичної продукції, косметики, лакофарбових матеріалів, мастил для двотактних двигунів, а також у хімічній промисловості для створення термоізоляційних матеріалів, зокрема напівжорстких піп. Таким чином, формування ефективного внутрішнього ланцюга постачання рицинової олії може значно знизити залежність як ЄС, так і України від імпортованої олії, що використовується в промислових і енергетичних цілях.

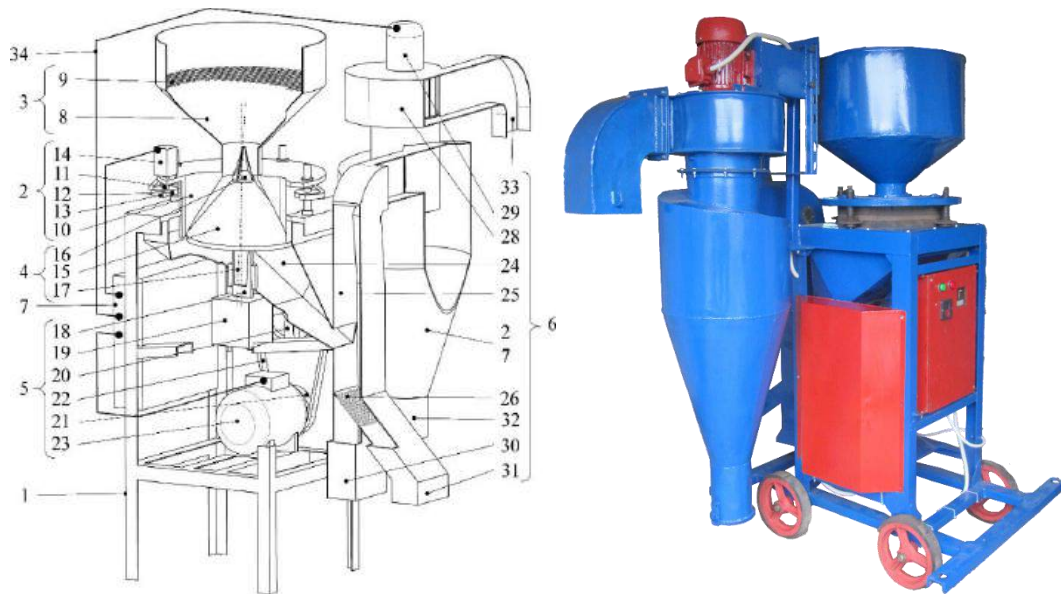
Насіння рицини формується всередині капсул, розміщених на одній або кількох китицях, які розвиваються поетапно протягом усього періоду вегетації, що призводить до нерівномірного дозрівання насіння. Така особливість ускладнює механізацію збирання врожаю, а відсутність спеціалізованої техніки на ринку зумовлює переважне використання ручної праці, що, у свою чергу, призводить до підвищення собівартості виробництва рицинової олії та супутньої продукції. Водночас ручне збирання виправдане у разі заготівлі елітного або добазового насінневого матеріалу через обмежені обсяги.

Особливий виклик становить механічне вилучення та очищення насіння рицини з плодів (рис. 1).



Рис. 1. Фото окремих груп компонентів насінневої суміші рицини

Стандартне обладнання для лущення й очищення насіння інших культур не підходить через підвищену ймовірність пошкодження рицинових насінин, що обумовлено відмінностями в їхніх фізико-механічних властивостях. У зв'язку з цим нагальною науково-прикладною проблемою є розробка спеціалізованої машини для очищення насіння рицини (рис. 2).



1 – станина; 2 – зворотний конус; 3 – завантажувальний бункер; 4 – дробильний конус; 5 – привід; 6 – система аеродинамічного очищення; 7 – блок керування; 8 – ємність; 9 – пруткова решітка; 10 – корпус із внутрішньою футеровою; 11 – регулювальний гвинт; 12 – зірочка; 13 – ланцюг; 14 – мотор-редуктор; 15 – зовнішня футеровка; 16 – розподільник; 17 – конічний вал; 18 – конусний ексцентриковий стакан-вал; 19 – кутовий редуктор; 20 – ведений шків; 21 – ведучий шків; 22 – ремінь; 23 – основний електродвигун; 24 – жолоб; 25 – пневмосепаруючий канал; 26 – решето; 27 – циклон; 28 – відцентровий вентилятор; 29 – електродвигун вентилятора; 30 – забірник насіння; 31 – забірник нерозлущених плодів; 32 – забірник частинок коробочок; 33 – забірник дрібних частинок і пилу; 34 – електричні проводи

Рис. 2. Загальний вигляд машини для очищення насіння рицини

Висновок.

Запропонована конструкція машини для очищення насіння рицини враховує специфіку насінневої суміші, поєднує дробильно-відділювальний та аеродинамічний модулі, що дозволяє здійснювати очищення з мінімальним травмуванням насіння, водночас підвищуючи продуктивність та знижуючи витрати ручної праці. Розробка такої машини є вагомим кроком до формування повноцінного внутрішнього ланцюга постачання рицинової олії та підвищення конкурентоспроможності цієї культури на агроенергетичному ринку.

Список використаних джерел

1. Aliiev E., Holovchenko V. Results of laboratory studies on the physico-mechanical properties of castor fruits and seeds. *Техніка, енергетика, транспорт АПК / ВНАУ*. Вінниця, 2025. Вип. 1 (128). С. 7–15. <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2025-1-1>.
2. Теслюк Г.В., Головченко В.В. Аналіз конструктивних особливостей машин для очищення насіння рицини. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки / ЦНТУ*. Кропивницький, 2025. Вип. 11(42), ч. I. С. 167–178. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).1.167-178](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).1.167-178).
3. Алієв Е.Б., Пацула О.М., Гриценко В.Т. Технологія комплексної безвідхідної переробки макухи з насіння олійних культур з одержанням

високоякісних повноцінних протеїнових добавок у вигляді пелет та твердого біопалива: Науково-методичні рекомендації. *Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Електронний аналог друкованого видання (електронна книга)*. Запоріжжя, 2017: СТАТУС. ISBN 978-617-7353-59-0.

4. Алієв, Е. Б., Миколенко, С. Ю., Сова, Н. А. та ін. Техніко-технологічне забезпечення безвідходної переробки зернової сировини у харчові продукти і корми: *колективна монографія* / за заг. ред. Е. Б. Алієва. Дніпро, 2022: ЛІРА. 192 с. ISBN 978-966-981-687-0.

УДК 631

ТИПИ СОШНИКІВ І ОСОБЛИВОСТІ ЇХ БУДОВИ НА СУЧАСНИХ СІВАЛКАХ

Калнагуз О.М., Горовий М.В. ст. викладач, Хомишенко Д.В. здобувач ВО

Сумський національний аграрний університет

Метою дослідження є огляд сівалок та їх робочих органів, їх форми та вимоги до них. Вплив даних елементів, конструкцій, сівалок на основний елемент виробництва – ґрунт.

На сьогоднішній день у сільському господарстві дуже важливо правильно і якісно проводити посів. Одним із головних елементів сівалки, який відповідає за точне укладання насіння в ґрунт, є сошник. Від його будови та типу залежить, наскільки рівномірно насіння буде розміщене, як глибоко воно потрапить у землю, і чи не пошкодиться структура ґрунту. Існує багато різних типів сошників, кожен з яких має свої переваги та недоліки. У сучасних сівалках використовуються вдосконалені конструкції, які дозволяють працювати навіть у складних польових умовах.

На сучасних сівалках використовуються різні типи сошників, і вибір певного типу залежить від умов поля, культури що висівається, та бажаної якості посіву.

Найбільш поширеними типами сошників є: лемішні, дискові, анкерні та комбіновані сошники.

Лемішні сошники мають просту будову і добре підходять для роботи на рівних, добре підготовлених ґрунтах. Вони розрізають землю клином і утворюють борозну, куди висівається насіння. Проте на твердих або вологих полях вони можуть працювати гірше, бо не завжди вдається витримати однакову глибину загортання.

Дискові сошники, які вважаються більш сучасними, складаються з одного або двох дисків, що обертаються під час руху сівалки. Їх перевага це здатність добре працювати навіть при залишках стерні або на вологому ґрунті, не забиваючись. Також вони краще утримують однакову глибину посіву, що позитивно впливає на рівномірність сходів. Але такі сошники складніші у будові і вимагають точного налаштування.

Анкерні сошники прості й надійні, особливо добре підходять для посіву в сухий ґрунт. Вони так би мовити «врізаються» в землю як гак і можуть працювати на великій швидкості. Проте при недостатній вологості або надто твердому ґрунті вони можуть травмувати насіння або створювати занадто великі борозни.

Комбіновані сошники поєднують у собі переваги кількох типів. Наприклад: часто використовують дисковий сошник у поєднанні з анкерним, що дозволяє отримати хорошу глибину загортання і мінімізувати пошкодження ґрунту. Такі рішення зазвичай дорожчі, але виправдовують себе при роботі в складних умовах або при сівбі культур з високими вимогами до точності.

Конструктивно сучасні сошники оснащуються механізмами для регулювання глибини, притискного зусилля, а також мають антиприлипаючі покриття або системи для очищення. Це дозволяє точно витримувати задані параметри посіву навіть при змінних умовах на полі.

Загалом, від вибору типу сошника значною мірою залежить рівномірність посіву, енергія проростання насіння та загальна якість сходів. Тому при виборі сівалки або при її налаштуванні потрібно враховувати не лише тип ґрунту, а й особливості культури, кліматичні умови та рельєф поля.

Грамотний підхід до вибору сошника дозволяє не лише покращити якість сівби, а й підвищити урожайність у цілому, що і є кінцевим, бажаним результатом.

Сошник, вибраний для сівби, повинен відповідати таким вимогам: формувати очищену від рослинних решток посівну борозну і вкладати насіння у вологий ґрунт та прикривати його достатньою кількістю ґрунту, забезпечуючи надійний контакт; забезпечувати самоочищення і мати захисні пристрої від перешкод (грудки, каміння тощо) для забезпечення безперебійної роботи; утримувати постійну оптимальну глибину сівби; мати можливість швидко змінювати тиск сошника під різні ґрунтові умови; забезпечувати оптимальну якість сівби навіть при швидкостях до 20 км/год.; мати довгий термін служби і низькі витрати на обслуговування [1].

У практиці українських аграріїв останніми роками спостерігається зростання інтересу до дискових та комбінованих сошників, особливо на сучасних імпортованих сівалках. Це пов'язано з їхньою універсальністю та здатністю працювати в умовах Mini-till (мінімального) або No-Till (нульового) обробітку ґрунту.

Більшість українських аграріїв які зацікавлені працювати на отримання якісного результату, при виборі сівалки орієнтуються не лише на ціну, а й на надійність, зручність налаштування та якість висіву, що напряму пов'язано з типом сошника. Реальним прикладом цього можна привести центральні і південні регіони, де часто трапляється посуха, популярними є анкерні сошники, які краще справляються з твердим сухим ґрунтом. Таким чином, розуміння переваг і недоліків кожного типу сошників допомагає аграріям приймати більш зважені рішення і підлаштовувати техніку під конкретні умови господарства.

Отже, сучасні вимоги до якості посіву змушують уважніше ставитися до

технічних рішень, зокрема до вибору сошників. Розвиток технологій і поява нових конструкцій дозволяють точніше і ефективніше висівати насіння, що особливо важливо в умовах змін клімату та зростаючих цін на ресурси. Тому правильний підхід до вибору сошника - це не просто технічне питання, а один із ключів до стабільного врожаю.

Висновок.

Підсумувавши вищезазначене, можна з впевненістю сказати, що саме від цього елемента сівалки залежить дуже багато - від точності глибини висіву до рівномірності сходів, і зрештою, до кінцевого врожаю. Саме від його типу, конструкції та технічного налаштування залежить, наскільки рівномірно й точно буде розміщене насіння в ґрунті. У сучасному сільському господарстві, де кожен кілограм врожаю має значення, правильний вибір сошника стає стратегічним рішенням. Не можна також просто поклатися на те: «що ми маємо», треба розуміти що і для чого ти використовуєш. Саме це розуміння дозволяє не просто проводити сівбу, а сіяти з розрахунком на результат. І чим глибше ми занурюємось у ці технічні нюанси, тим краще усвідомлюємо, що саме деталі мають в цьому значення. У цьому і полягає суть сучасного підходу до землеробства - техніка має не просто працювати, а працювати розумно.

Список використаних джерел

1. Сало В., Гайденко О., КНТУ. Основні типи сошників для прямої сівби зернових культур. Журнал “Агробізнес Сьогодні”. [https://agro-business.com.ua/Статті/Механізація АПК. 09.11.2016. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1242-osnovni-typy-soshnykiv-dlia-priamoi-sivby-zernovykh-kultur.html>](https://agro-business.com.ua/Статті/МеханізаціяАПК.09.11.2016.URL:https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1242-osnovni-typy-soshnykiv-dlia-priamoi-sivby-zernovykh-kultur.html) (дата звернення: 24.04.2025).
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин / Машини для сівби та садіння. – Т. 1, частина 2. – Х., 2002. – 445 с.
3. Гринько Ю. Класифікація сошників. Їхні переваги і недоліки. «Агроном» - журнал про сучасне вирощування сільськогосподарських культур. Сайт <https://www.agronom.com.ua/>. Головна/Публікації/Агротехніка. 11.04.2025. URL: <https://www.agronom.com.ua/klasyfikatsiya-soshnykiv-yihni-perevagy-i-nedoliky/> (дата звернення: 01.05.2025).
4. Коваленко І. Особливості застосування різних типів сошників за складних умов роботи. Журнал “Агробізнес Сьогодні”. [https://agro-business.com.ua/Статті/Механізація АПК. 24.03.2020. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/16993-osoblivosti-zastosuvannya-riznikh-tipiv-soshnykiv-za-skladnikh-umov-roboti.html>](https://agro-business.com.ua/Статті/МеханізаціяАПК.24.03.2020.URL:https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/16993-osoblivosti-zastosuvannya-riznikh-tipiv-soshnykiv-za-skladnikh-umov-roboti.html) (дата звернення: 01.05.2025).
5. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами : навч. посіб. / В. Сало, С. Лещенко, П. Лузан, Л. Сало. Кропивницький : Лисенко В.Ф., 2022. 220 с. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/1fac47a7-80b6-4a6f-beb7-eb76e3f661fe> (дата звернення: 02.10.2024).

УДК 631

ОГЛЯД СОШНИКІВ СІВАЛОК

**Валюх Р.В. здобувач ВО, Калнагуз О.М. ст. викладач,
Сіренко Ю.В. PhD. доцент**

Сумський національний аграрний університет

Метою дослідження є огляд найважливіших елементів сівалок - сошників. Вплив сошників на посівне ложе, що в подальшому вплине на врожай.

Відомо, що сошник є найважливішою складовою частиною сівалки, яка безпосередньо взаємодіє із ґрунтом, утворюючи там "посівне ложе" для висівання насіння і добрив. Основні функції сошників полягають у їхній здатності: створювати сприятливі умови для розвитку насіння і сходів; уникати ущільнення та розмазування стінок борозни; запобігати накопиченню рослинних залишків; управляти поживними залишками, розміщуючи їх так, щоб вони були максимально корисними для насіння і сходів; забезпечувати одночасне висівання насіння і внесення добрив, розділяючи їх для запобігання пошкодженню насіння та сходів; уникати потрапляння рослинних залишків у насіннєву борозну; відтворювати рельєф поверхні ґрунту.

Сошники формують у ґрунті посівні борозни різних типів, з яких ключовим параметром є форма поперечного перерізу. Розрізняють три основні форми борозни: 1) V-подібна; 2) U-подібна; 3) перевернута Т-подібна.

Борозни типу V утворюються за допомогою двох дисків, що торкаються один одного і розташовані під кутом до верхніх країв. Диски можуть мати різні діаметри. Для запобігання розмелюванню насіння, його висівають у зазор позаду двох дисків. Дисківі сошники під кутом переміщують ґрунт від центру до краю борозни, анкерні та сошники для прокладення борозни виштовхують ґрунт угору і назовні, а сошники з індивідуальним приводом використовують обертові леза для подрібнення. Всі ці моделі розпушують ґрунт поряд з борозною, щоб прикрити її. Концепція перевернутої борозни у формі Т була спрямована на створення горизонтальних борозен через розшарування ґрунту з контролем та передбачуваністю процесу. На даний момент розроблено дві моделі сошників із крилом, що виконують ці функції. Дисківі сошники є менш залежними від рослинних залишків на полі та можуть працювати навіть при недостатньо якісному передпосівному обробітку ґрунту. Вони утворюють борозенки шириною 3 см, куди насіння розподіляється нерівномірно, що викликає варіювання глибини його загортання. Окрім цього, недоліком є відсутність щільної посівної борозенки з рівномірним ложем для насіння. Найпопулярнішими є дво- та однодисківі сошники. Дводисківі сошники складаються з двох плоских дисків, які знаходяться під кутом 8–14° один до одного. Щоб уникнути забруднення ґрунтом і залипання, дводисківі сошники можуть бути оснащені очищувачами з обох боків та кришкою зверху. Для покращення інтенсивності закладення насіння та його самоочищення застосовується конструкція зміщеного диска: один диск зміщено відносно

іншого на 20 мм. Однодискові сошники розташовані під кутом до напрямку руху та поверхні ґрунту. Для запобігання налипанню на вологих ґрунтах вони оснащені скребками, які очищають диски. Деякі виробники встановлюють гумові колеса для покращення роботи дискових сошників. Amazone використовує RoTeC-Control, де диск, опорний коток та ущільнювач працюють разом для покращення роботи з насінням. John Deere та Great Plains додають відбивники насіння та прикочувальні ролики для рівномірності засіву. Для забезпечення водопостачання до насіння ведучі виробники облаштовують прикочувальні котки за дисковими сошниками з можливістю індивідуального регулювання їх глибини. Декілька компаній встановлюють гумові колеса великого діаметру перед сошниками для вирівнювання ґрунту.

Анкерні сошники зазвичай використовуються для сівби на полях, де передпосівна підготовка ґрунту проведена якісно. Завдяки тупому куту проникнення в ґрунт, ці сошники створюють щільне насіннєве ложе, рівномірно розподіляючи насіння по глибині, що дозволяє висівати на малій глибині — важливий фактор для деяких культур. Для уникнення забивання ґрунтом, позаду сошника на осі встановлено заглушку.

Щоб уникнути забивання, анкерні модулі розташовані в два ряди з великою відстанню між ними. Така конструкція дозволяє проводити вузькорядну сівбу.

Висновок.

Сошник відіграє ключову роль у процесі сівби, безпосередньо впливаючи на якість посіву, рівномірність сходів та майбутню врожайність. Його основна функція — утворення борозни в ґрунті, у якій створюються оптимальні умови для розвитку насіння.

Список використаних джерел

1. Сало В., Гайденко О., КНТУ. Основні типи сошників для прямої сівби зернових культур. Журнал “Агробізнес Сьогодні”. [https://agro-business.com.ua/Статті/Механізація АПК. 09.11.2016. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1242-osnovni-typy-soshnykiv-dlia-priamoi-sivby-zernovykh-kultur.html>](https://agro-business.com.ua/Статті/Механізація_АПК.09.11.2016.URL:https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1242-osnovni-typy-soshnykiv-dlia-priamoi-sivby-zernovykh-kultur.html) (дата звернення: 24.04.2025).

2. Гринько Ю. Класифікація сошників. Їхні переваги і недоліки. «Агроном» - журнал про сучасне вирощування сільськогосподарських культур. Сайт <https://www.agronom.com.ua/>. Головна/Публікації/Агротехніка. 11.04.2025. URL: <https://www.agronom.com.ua/klasyfikatsiya-soshnykiv-yihni-perevagy-i-nedoliky/> (дата звернення: 01.05.2025).

3. Коваленко І. Особливості застосування різних типів сошників за складних умов роботи. Журнал “Агробізнес Сьогодні”. [https://agro-business.com.ua/Статті/Механізація АПК. 24.03.2020. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/16993-osoblivosti-zastosuvannya-riznikh-tipiv-soshnykiv-za-skladnykh-umov-roboti.html>](https://agro-business.com.ua/Статті/Механізація_АПК.24.03.2020.URL:https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/16993-osoblivosti-zastosuvannya-riznikh-tipiv-soshnykiv-za-skladnykh-umov-roboti.html) (дата звернення: 01.05.2025).

УДК: 662.997+631.147

ПЕРЕРОБКА РІДКОГО ГНОЮ НА ДОБРИВА: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Скляр Р.В. к.т.н. доцент, Скляр О.Г. к.т.н. професор

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

Анотація: У статті розглядаються сучасні методи переробки рідкого гною з метою отримання високоякісних органічних добрив. Аналізуються фізико-хімічні властивості рідкого гною, технології біологічного, фізичного та хімічного очищення, а також економічна та екологічна доцільність їх впровадження в аграрному секторі.

Ключові слова: рідкий гній, органічні добрива, анаеробне зброджування, компостування, біогаз, екологія

1. Вступ

Розвиток інтенсивного тваринництва супроводжується збільшенням обсягів відходів, зокрема рідкого гною. Неправильне зберігання та утилізація рідких органічних відходів призводить до забруднення ґрунтів, води та атмосфери. Одним із ефективних рішень є перетворення рідкого гною на добрива, що не лише знижує навантаження на довкілля, а й забезпечує сільське господарство корисними поживними речовинами.

2. Огляд літератури

Дослідження показують, що рідкий гній містить велику кількість азоту, фосфору, калію, мікроелементів і органічної речовини. За даними [Іваненко, 2020], біологічна переробка (анаеробне зброджування) дозволяє не лише знизити патогенне навантаження, а й отримати біогаз. Інші автори відзначають ефективність механічного розділення фракцій гною з подальшим використанням твердої фракції для компостування [Петренко, 2021].

3. Методика дослідження

У дослідженні були використані зразки рідкого гною з фермерських господарств півдня України. Матеріал піддавався анаеробному зброджуванню в біореакторі при температурі 35 °С протягом 30 діб. Окремо проводилося компостування твердої фракції. Аналізувалися хімічні параметри (рН, вміст азоту, фосфору, калію), мікробіологічні показники та вихід біогазу.

4. Результати

Результати показали, що після зброджування вміст загального азоту в рідкій фракції зменшився на 15%, проте зростала доступність нітратів для рослин. Отриманий біогаз містив до 65% метану. Компостування твердої фракції дозволило зменшити вміст патогенів до безпечного рівня, а кінцевий продукт мав стабільну структуру та високий агрохімічний потенціал.

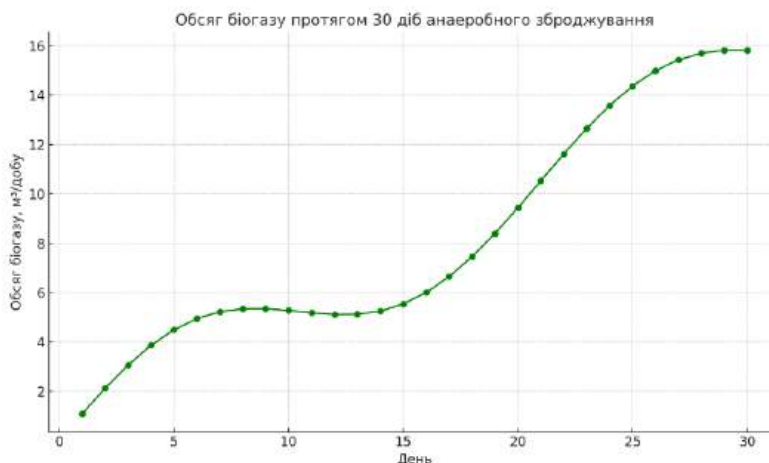


Рис.1. Умовна динаміка утворення біогазу

5. Обговорення

Переробка рідкого гною за допомогою анаеробного зброджування є перспективною з погляду енергетичної самозабезпеченості ферм. Крім того, отримані добрива мають кращу засвоюваність елементів живлення порівняно з сирим гноєм. Основними проблемами залишаються висока вартість обладнання та необхідність точного технологічного контролю.

6. Висновки

Переробка рідкого гною на добрива є ефективним способом утилізації органічних відходів у сільському господарстві. Комбінування біологічних і механічних методів дозволяє отримати високоякісні добрива та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію процесів і зниження витрат на впровадження технологій.

Список використаних джерел

1. Іваненко О. М. Технології утилізації відходів тваринництва: монографія. – Київ: Аграрна наука, 2020. – 224 с.
2. Петренко С. В. Компостування органічних відходів: методичні рекомендації. – Харків: ХНАУ, 2021. – 78 с.
3. Скляр Р.В. Біогазові станції як екологічно безпечний засіб переробки відходів: Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи», 29 травня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. С. 132–135.
4. Лук'яненко О. І., Марченко Т. Ю. Переробка рідкого гною у добрива з виробленням біогазу // Вісник аграрної науки. – 2022. – № 4. – С. 35–41.
5. Kupper, T., Bürge, D., Bachmann, H. J., et al. (2014). Ammonia emissions from slurry and digestate spreading in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 89, 352–358.
6. Möller, K. & Müller, T. (2012). Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. *Engineering in Life Sciences*, 12(3), 242–257.

УДК 631.372:631.563.2

АНАЛІЗ РОБОТИ ЖИВИЛЬНО-ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ КОРМІВ

Поліщук О.С. викладач

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

В роботі проведено аналіз конструктивних особливостей живильно-подрібнювального обладнання кормозбиральних комбайнів. Визначено залежність якості кормів від конструкції ножових барабанів та систем подачі. Окреслено напрями удосконалення технологічного процесу.

Заготівля високоякісних зелених кормів є критичним етапом у технологічному циклі тваринництва. Якість корму значною мірою залежить від ефективності роботи кормозбиральної техніки, зокрема живильно-подрібнювального обладнання, яке відповідає за рівномірність подачі сировини та її якісне подрібнення. У зв'язку з цим актуальним є аналіз існуючих технічних рішень у конструкціях кормозбиральних комбайнів та вивчення їх впливу на показники кінцевого продукту.

В роботі використано методи порівняльного аналізу технічних характеристик моделей кормозбиральних комбайнів (Claas Jaguar, John Deere 8000, КСК-600), огляд існуючих технічних рішень, теоретичне моделювання впливу параметрів різання на якість корму. Проведено аналіз нормативної бази, що регламентує показники якості кормів, та використано експертну оцінку параметрів подрібнення згідно з методиками ДСТУ.

Таблиця 1 – Порівняння характеристик моделей кормозбиральних комбайнів

Модель	Тип живильного апарату	Кількість ножів	Довжина різки, мм	Потужність, к.с.	Енергоспоживання, кВт·год/т
Claas Jaguar 950	4-вальцьовий	20–28	5–21	585	0.95
John Deere 8600	4-вальцьовий	40	6–26	625	0.88
КСК-600	2-вальцьовий	12	15–30	300	1.20

Живильні вальці відповідають за стабільність подачі рослинної маси. Наявність синхронізованої подачі дозволяє уникнути надлишкового навантаження на ріжучі елементи та зменшує коливання фракційного складу.

Найбільший вплив на якість подрібнення мають кількість ножів, їх форма та кут атаки. Оптимальна довжина різки 10–15 мм досягається при швидкості обертання 950–1000 об/хв. Рівномірно подрібнена маса краще ущільнюється в траншеях, що сприяє анаеробному бродінню, знижує втрати сухої речовини і покращує смакові якості силосу.

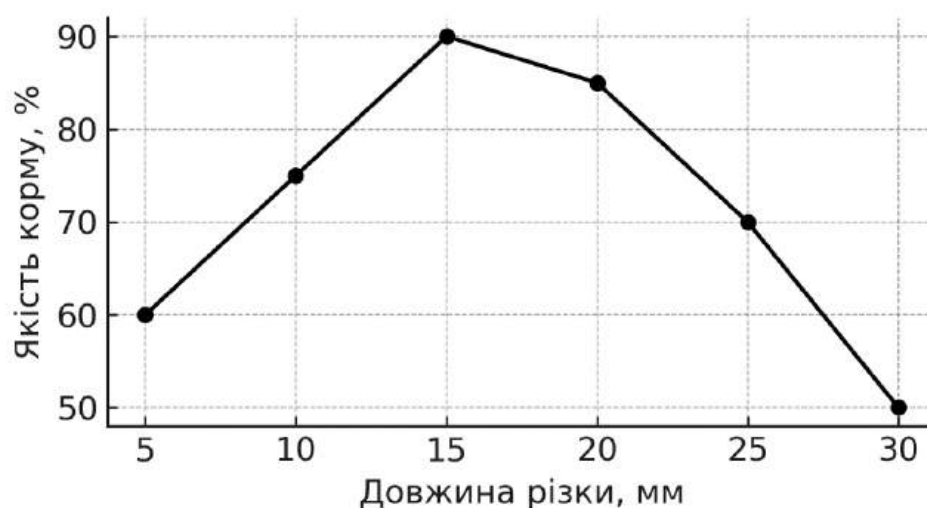


Рисунок 1 – Залежність якості корму від довжини різки

Висновки

1. Живильно-подрібнювальне обладнання відіграє ключову роль у забезпеченні якості кормів.
2. Оптимізація параметрів різання дозволяє зменшити втрати поживних речовин та покращити ферментативні властивості корму.
3. Доцільним є впровадження автоматизованих систем контролю процесу подрібнення на базі сенсорної техніки.
4. Необхідно подальше вивчення впливу режимів роботи на економічну ефективність кормозаготівлі.

Список використаних джерел

1. Іваненко В. П. Техніка для подрібнення кормів: навч. посіб. / В. П. Іваненко. – К.: Аграрна освіта, 2012. 214 с.
2. Погребняк О. І. Ефективність роботи ножового апарату комбайна / О. І. Погребняк // Техніка АПК. 2018. №6. С.5–19.
3. Ковальчук А. В. Оптимізація подачі маси до ріжучих механізмів комбайна / А. В. Ковальчук // Вісник ХНАУ. 2020. №3. С. 21–26.
4. Meyer G. Forage Harvester Cutting Quality: Influence of Knife Settings / G. Meyer, R. Schmidt // Agricultural Engineering International. 2017. Vol. 19(2). P. 34-40.
5. Zhang Y. Sensor-based control in modern forage harvesters / Y. Zhang // Journal of Agricultural Science. 2021. Vol. 13(4). P. 85–93.

УДК 631.363.3:632.362.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАНЕСЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ ПРИ ЗМІНІ РОБОЧОЇ ШВИДКОСТІ ОБПРИСКУВАЧА

Заєць М.Л. к.т.н. доцент, Дворський Д.П. здобувач ВО

Поліський національний університет, м. Житомир

Матеріал присвячений дослідженню процесу розпилення та оцінки якості за різних швидкостей руху для сільськогосподарського обприскувача з регулятором норми внесення.

Зміна швидкості руху є поширеним та неминучим під час нанесення пестицидів обприскувачами. Було проведено польові випробування для оцінки впливу змін швидкості руху на розпилення та якість обприскування за допомогою штангового обприскувача без регулятора норми внесення (CNS) та з регулятором норми внесення (SRC).

Сучасні тенденції включають використання обприскувачів із ширшими штангами (робоча ширина захвату $\geq 27,4$ м) та застосування при швидкостях, що перевищують номінальні ($\geq 19,3$ км/год), з метою охоплення більшої площі за мінімальний час.

Однак, однією з основних проблем збільшення швидкості руху є зниження норми внесення, спричинене зменшенням загальної кількості крапель, що досягають цільової поверхні [1,2]. Крім того, зміни швидкості руху впливають на роботу форсунок та розподіл розмірів крапель, а збільшення швидкості може призвести до утворення більшої кількості дрібних крапель, що підвищує ризик дрейфу пестицидів.

Метою цього дослідження було оцінити розпилення та якість обприскування при різних швидкостях руху для сільськогосподарського обприскувача, обладнаного регулятором норми внесення та без нього.

Для внесення гербіцидів упродовж обох років використовували штанговий обприскувач John Deere M700, в агрегаті з трактором John Deere 6125 (Рис. 1а). Обприскувач мав довжину штанги 18,3 м із форсунками, розташованими рівномірно на відстані 0,46 м одна від одної.

У 2023 році обприскувач використовувався без регулятора норми внесення. У 2024 році на той самий обприскувач було встановлено регулятор норми внесення Micro-Trak MT-2405F II (Micro-Trak, виробництва США) у поєднанні з регулюючим клапаном TeeJet® 346BPR-2F-03 (TeeJet Technologies, рис. 1б та 1с відповідно).

Протягом обох років усі інші параметри обприскування, зокрема висота штанги та тип форсунок, залишалися незмінними. Єдиною відмінністю між двома досліджуваними роками була наявність або відсутність регулятора норми внесення.

Таким чином, конфігурація обприскувача без регулятора (використана у 2023 році) буде позначена як CNS, а обприскувач із регулятором (використаний у 2024 році) – як SRC.



a)

Рис. 1. Штанговий обприскувач М700, використаний для тестування продуктивності розпилення(а). Регулятор норми внесення Micro-Trak MT-2405F II, встановлений у 2024 році (б). Регулюючий клапан TeeJet® 346BPR-2F-03, використаний у 2024 році(с).

Для створення крапель середнього, дуже великого та надвеликого розміру відповідно до стандарту ASABE S572.1 [3] використовувалися форсунки ХRC, AIXR та TTI (рис. 2а, 2б, 2с відповідно).

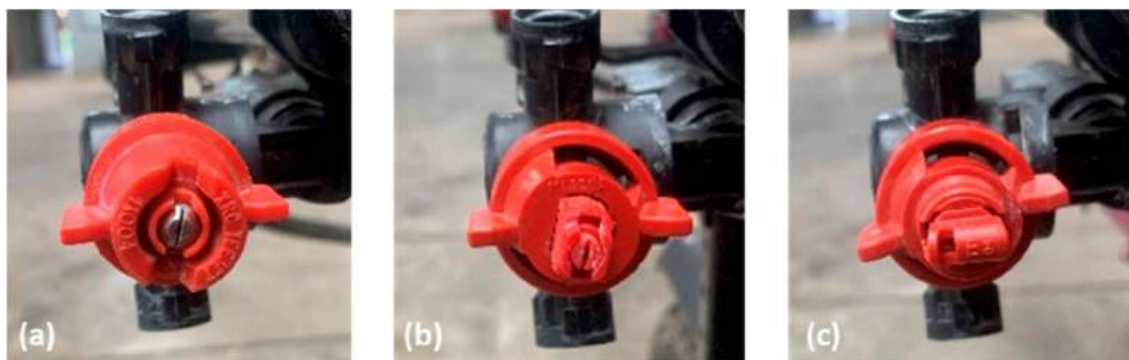


Рис. 2. Три різні типи форсунок TeeJet®(а): ХRC 11004 – створює середні краплі, AIXR 11004 – створює дуже великі краплі (б), TTI 11004 – створює надвеликі краплі (с).

Основні характеристики форсунок: кут розпилення – 110° ; розмір отвору – 0,4 мм. Форсунки були рівномірно розподілені по штанзі обприскувача (18,3 м) у такому порядку зліва направо (рис. 1а): ХRC → AIXR → TTI.

Під час випробувань кожна форсунка покривала шість рядків (відстань між рядами – 0,91 м), що формувало ділянку шириною 5,5 м та довжиною 182–200 м, що відповідало довжині поля.

Калібрування обприскувача перед випробуваннями становило: норма внесення - 187 л/га; тиск розпилення - 0,207 МПа; швидкість руху - 9,7 км/год; розмір форсунки – 0,4 мм.

Під час тестування змінювали лише швидкість руху, тоді як тип та розмір форсунок залишалися незмінними протягом усього періоду дослідження кожного року.

Протягом обох років дослідження в полі, на посівах цукрових буряків,

проводились дві обробки, до сходів, відразу після сівби, та при появі сходів. Після сходів, приблизно через 3...4 тижні після першої обробки. Дати внесення гербіцидів 2023 рік до сходів - 17 травня, після сходів - 06 червня, 2024 рік, до сходів - 13 травня, після сходів - 1 червня.

Форсунки, використані в дослідженні (Рис. 2):

- (a) TeeJet® XRC 11004 – створює середні (medium) краплі.
- (b) TeeJet® AIXR 11004 – створює дуже великі (very coarse) краплі.
- (c) TeeJet® TTI 11004 – створює надвеликі (ultra-coarse) краплі.

Ці форсунки використовувалися для забезпечення різного розміру крапель відповідно до стандарту ASABE S572.1 [4,5].

Для збору даних перед початком обприскування на полі розміщувалися дерев'яні блоки (по дев'ять у кожній сітці), до яких канцелярськими скріпками кріпився вологочутливий папір (WSP) (Рис. 3а). Розмір сітки становили $5,5 \times 15,2$ м. Відстань між блоками уздовж траєкторії обприскування складала 15,2 м. Відстань між блоками уздовж штанги обприскувача - 1,8 м. Кожна 3×3 сітка охоплювала шість рядків культури й відповідала одному типу форсунки. Розмір аркуша паперу WSP становив 26×76 мм.

Перед обприскуванням вологочутливий папір (WSP) закріплювали на всіх блоках. Гербіциди (табл. 1) змішували з водою в зазначеній концентрації, після чого проводилося розпилення за різних швидкостей руху обприскувача. Після кожного проходу обприскувача WSP висувували протягом декількох хвилин. Потім зразки збиралися в марковані конверти, щоб уникнути подальшого забруднення через вологість.

Після завершення польових випробувань усі зразки проходили подальший аналіз.

Протягом кожного року випробування проводився контроль метеорологічних параметрів, включаючи: швидкість вітру (м/с); напрямок вітру; температуру (°C); відносну вологість (%); точку роси (°C). Для збору даних була встановлена метеостанція (Model 6357 Vantage Vue™, Davis Instruments), яка фіксувала показники щохвилини протягом усього періоду внесення пестицидів.

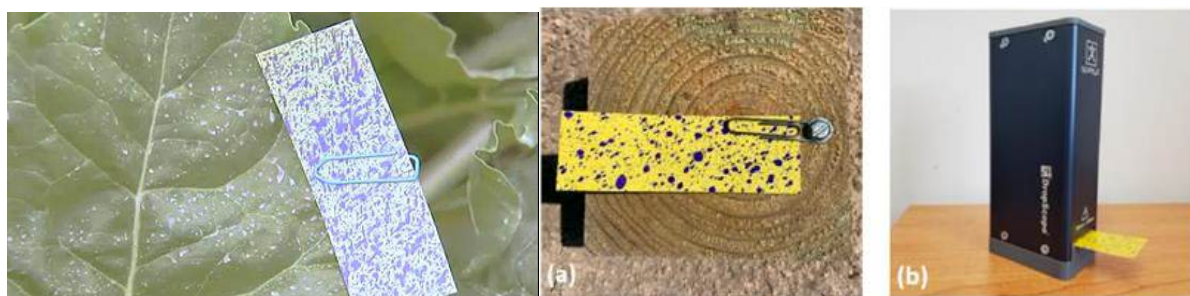


Рис. 3. Схема збору даних із закріпленням вологочутливим папером (WSP), який використовувався в полі(а). Прилад DropScore, що застосовувався для аналізу вологочутливого паперу(б)

Середні погодні умови за весь період випробувань у 2023 та 2024 роках наведені в Табл. 2. Умови залишалися стабільними протягом усього періоду випробування. Середня швидкість вітру була низькою (<1 м/с) в обидва роки, що

не спричинило значного впливу на осідання крапель під час внесення пестицидів.

Температура у 2023 році була вищою (20,8°C), ніж у 2024 році (18,8°C). Відносна вологість у 2023 році (75,0%) була значно вищою, ніж у 2024 році (56,4%).

Точка роси у 2023 році також була вищою (13,9°C) порівняно з 2023 роком (10,9°C).

Для оцінки впливу швидкості руху використовувався дисперсійний аналіз (ANOVA), де швидкість руху була основним фактором для кожного типу форсунки.

У разі значущих ефектів середні значення порівнювалися за допомогою t-критерію Стьюдента з рівнем значущості $\alpha = 0.05$.

Результати дисперсійного аналізу (ANOVA) для CNS (без регулятора норми внесення) показали, що збільшення швидкості руху призводило до значного зниження покриття розпилення (Табл. 3). Зменшення покриття спостерігалось для всіх типів форсунок (XRC, AIXR, TTI) при збільшенні швидкості з 9,7 км/год до 22,5 км/год. Найвище покриття при найнижчій швидкості (9,7 км/год): XRC – 40,1%; AIXR – 35,9%; TTI – 26,3%. Найнижче покриття при найвищій швидкості (22,5 км/год): XRC – 11,3%; AIXR – 18,0%; TTI – 9,4%.

Висновки.

У даному дослідженні було оцінено ефективність розпилення для двох різних налаштувань обприскувача (CNS – без контролера норми внесення та SRC – з контролером норми внесення) при різних швидкостях руху. Аналіз проводився за трьома типами форсунок (XRC, AIXR, TTI). На основі отриманих результатів можна зробити такі висновки:

Для CNS збільшення швидкості руху зменшувало кількість крапель, що потрапляли на одиницю площі, що, у свою чергу, знижувало рівень осідання розпилюваної рідини.

Для SRC якість крапель і рівень осідання були стабільнішими при зміні швидкості руху завдяки автоматичному регулюванню витрати рідини (а отже, і тиску розпилення) контролером.

Варіації якості розпилення (зміни у розподілі розмірів крапель) при підвищенні швидкості спостерігалися як для CNS, так і для SRC. Однак ці зміни були більш вираженими для SRC, оскільки контрольований тиск змінювався залежно від швидкості.

Серед форсунок тенденції у розпиленні та якості розпилення були подібними для XRC і TTI як у CNS, так і при SRC. Водночас форсунка AIXR показала нестабільний рівень осідання і якості розпилення при зміні швидкості руху.

Список використаних джерел

1. Taylor, W.; Anderson, P.; Cooper, S. The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. In Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Weeds, Brighton, UK, 20–23 November 1989. [in English]

2. Hofman, V.; Solseng, E. Reducing Spray Drift. North Dakota State University Extension Service; Agricultural and Biosystems Engineering: Fargo, ND, USA, 2001; AgriEngineering 2023, 5 519. [in English]
3. Nuytens, D.; De Schamphelre, M.; Baetens, K.; Sonck, B. The influence of operator-controlled variables on spray drift from field crop sprayers. Trans. ASABE 2007, 50, 1129–1140. [in English]
4. Virk, S.; Prostko, E.; Kemerait, R.; Abney, M.; Rains, G.; Powell, C.; Carlson, D.; Jacobs, J.; Tyson, W. On-Farm Evaluation of Nozzle Types for Peanut Pest Management Using Commercial Sprayers. Peanut Sci. 2021, 48, 87–96. [in English]
5. Ozkan, H.; Womac, A. Best Management Practices for Boom Spraying. Ohio State University Extension Publication AEX-527-05.2005. [in English]

УДК. 631.313.022.2

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ НА ПРУЖНОМУ СТОЯКУ ТА РЕГУЛЯТОРОМ ЖОРСТКОСТІ В ҐРУНТОВОМУ КАНАЛІ

Козаченко О.В. д.т.н. професор, Волковський О.М. аспірант

Державний біотехнологічний університет

Викладено методичні підходи до лабораторних випробувань дискових робочих органів, встановлених на пружному стояку з регулятором жорсткості.

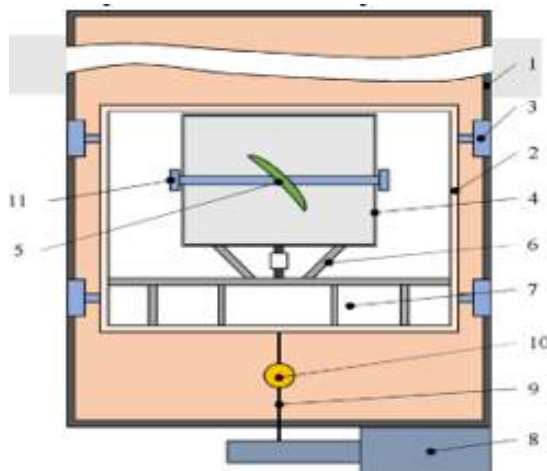
Метою проведення експериментальних досліджень є перевірка правильності та доповнення одержаних теоретичних висновків процесу взаємодії дискового робочого органу на пружному стояку з регулятором жорсткості при поверхневому обробітку ґрунту.

Для забезпечення заданої точності і достовірності одержаних результатів, що залежить від правильності обраної методики проведення експериментів, було складено програму експериментальних досліджень, яка включає наступне: створення експериментальної лабораторної установки по випробуванню дискового робочого органу на пружному стояку та регулятором жорсткості; підготовка вимірювального обладнання для фіксації характеристик пружного стояка з регулятором жорсткості; випробування пружного стояка з регулятором жорсткості в лабораторних умовах з метою вивчення впливу характеристик параметрів регулятора жорсткості, глибини обробітку ґрунту і швидкості руху на коливання дискового робочого органу.

У відповідності з програмою експерименту розроблена загальна методика проведення експериментальних досліджень, що передбачала використання загальновідомих методичних підходів щодо випробування сільськогосподарської техніки. Дослідження дискових робочих органів на пружному стояку та регулятором жорсткості проводили на випробувальному ґрунтовому каналі, схема та загальний вид якого представлена на рис.1. Основну раму 2 експериментальної установки встановлено на напрямні ролики 3 на рейкових напрямних 1. Для встановлення досліджуваних дискових робочих

органів на пружному стояку з регулятором жорсткості на основній рамі 2 встановлена начіпна рухома рама 4. Переміщення експериментальної установки здійснювався від приводної станції 9 через трос 9 з можливістю реверсування і зміни швидкості руху. Коробка передач приводної станції дозволяє одержувати потрібну швидкість переміщення лабораторної установки з досліджуваними робочими органами в інтервалі від 0,5 м/с до 2,6 м/с з можливістю реверсування при холостих проходах. Задана глибина ходу дискового робочого органу в ґрунті встановлюється за допомогою регульовального опорного колеса шляхом фіксації в заданому положенні відносно рами. Переведення рухомої рами 4 лабораторної установки з досліджуваними дисковими робочими органами в робоче і транспортне положення (при реверсуванні) здійснюється застосуванням гідравлічної системи керування 7. Для фіксації тягового опору установки з досліджуваними дисковими робочими органами встановлений тензодатчик 10.

Перед проведенням дослідів та протягом проведення випробувань ґрунтообробних робочих органів визначали фізико-механічні властивості ґрунту в ґрунтовому каналі за допомогою вимірювального обладнання. При проведенні експерименту основними контрольованими конструктивно-режимними параметрами були швидкість руху установки, глибина ходу робочого органу та конструктивні параметри регулятора жорсткості пружного стояка кріплення робочих органів), контролювалась також своєчасність включення вимірювальної і реєструючої апаратури. За кілька днів до початку проведення експериментів ґрунт зволожували і спущували на глибину 20 см. Перед проведенням чергової серії експериментів її ущільнювали за допомогою водоналивного катку, заміряли твердість і брали вихідні проби на вологість. Вологість ґрунту під час проведення експерименту знаходилась у межах 19-21%.



1 – напрямна поверхня; 2 – рама; 3 – ролики; 4 – начіпна рухома рама;
5 – дискові робочі органи; 6 – начіпна система; 7 – гідроначіпна система; 8 – приводна станція; 9 – канат; 10 – тензодатчик; 11 – опорне колесо

Рис. 1. Схема ґрунтового каналу з обладнанням

Експериментальні дослідження в ґрунтовому каналі проводились на різних швидкостях руху: 1,0 м/с; 1,7 м/с та 2,4 м/с, глибина входження дискового робочого органу в ґрунт мала наступні значення: 0,06 м; 0,10 м та 0,14 м. Для

проведення експериментальних досліджень було використано робочий орган – вирізний сферичний диск, $D = 0,56$ м. Для отримання достовірних результатів випробувань в ґрутовому каналі обирали контрольну ділянку. Для цього дослідна ділянка ґрунтового каналу поділялася на три частини: розгінна, контрольна, гальмівна. Реєстрація значень тягового опору дискових робочих органів визначалася на середній контрольній ділянці – ділянці сталого руху. Крайні ділянки використовувалися для усунення похибки впливу нерівномірності швидкості руху, коли відбувається розгін та гальмування експериментальної установки з досліджуваним робочими органами. Кількість повторювань експериментів для отримання вірогідних результатів дорівнювала трьом. Тяговий опір досліджуваних дискових робочих органів фіксувався за допомогою вимірювальної системи, що розроблена професором Р.В. Антощенковим в Державному біотехнологічному університеті.

Список використаних джерел

1. Козаченко О.В., Волковський О.М. Моделювання напружено-деформованого стану пружного стояка дискатора з регулятором жорсткості. Вібрації в техніці та технологіях. 2024 № 1 (112). С. 11-22. DOI: 10.37128/2306-8744-2024-1-2. [in Ukrainian].

УДК 631.362

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЄВОЇ СУМІШІ ГІРЧИЦІ НА ГВИНТОВОМУ СЕПАРАТОРІ

**Козаченко О.В. д.т.н. професор, Піх Є.О. аспірант,
Кухарський С.В. здобувач ВО**

Державний біотехнологічний університет

Наведено результати чисельного моделювання руху насіння гірчиці та засмічувачів по спіральній поверхні сепаратора з метою їх розділення.

Застосування спеціальних насіннеочисних сепараторів у технологічних лініях післязбиральної обробки вороху ґрунтується на використанні специфічних ознак поділу компонентів з метою відбору найбільш біологічно цінного насіння. Гвинтові (спіральні) поверхні широко застосовуються в різних сучасних сільськогосподарських машинах в якості стаціонарних гравітаційних робочих органів, прикладом яких є гвинтові сепаратори, а також рухомих робочих органів в різного типу транспортерах, сепараторах, живильниках, дозаторах тощо [1, 2].

Метою роботи є проведення чисельного моделювання руху насіння гірчиці та засмічувачів по спіральній поверхні сепаратора з метою їх розділення.

Для розрахунків обрано параметри: маса насіння гірчиці $m = 0.001$ кг; коефіцієнт тертя $\mu = 0.3$; прискорення вільного падіння $g = 9.81$ м/с²; радіус спіралі $R = 0.1$ м; нахил спіралі $\alpha = 30^\circ$ (0.5236 радіан); початкова швидкість насіння $v_0 = 0$. В якості основних засмічувачів прийнято просо курине, щиріця

та плоскі частинки. Для проведення розрахунків була створена програма на Python, яка реалізує чисельний розрахунок руху насіння та засмічувачів. Цей код виконує розрахунки для всіх типів компонентів насіннєвої суміші та відображає їх траєкторії на графіку. Одержані результати (рис. 1) показали різні траєкторії руху насіння гірчиці та засмічувачів по спіральній поверхні сепаратора, що дозволяє порівняти їх рух та виявити можливі відмінності з метою їх розділення.

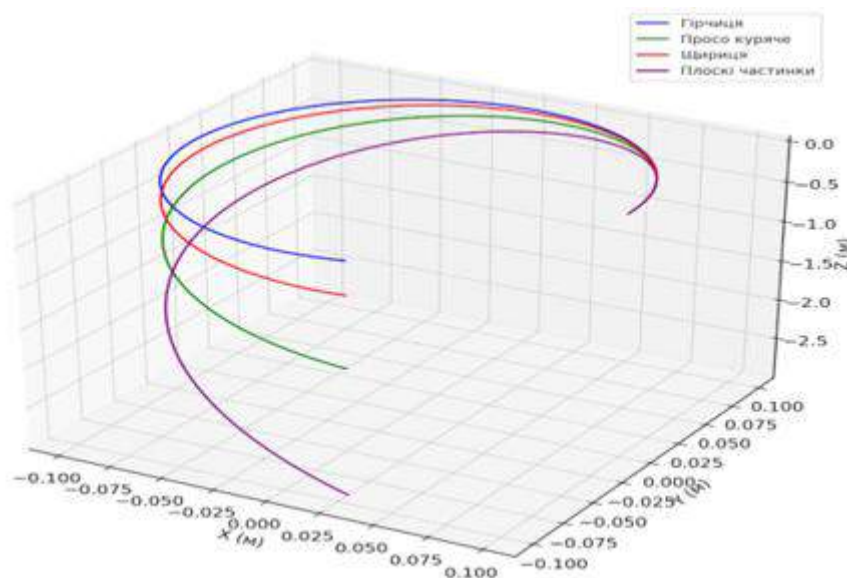


Рис. 1. Траєкторії руху насіння гірчиці та засмічувачів

Представлені на графіку (рис.1) траєкторії руху насіння гірчиці та засмічувачів (просо куряче, щирія, плоскі частинки) по гвинтовій поверхні сепаратора дозволяють зробити наступні висновки: рух кожного типу частинок відрізняється залежно від їх маси, форми та коефіцієнта тертя. Це дозволяє сепаратору відокремлювати компоненти вороху; частинки з більшим коефіцієнтом тертя (плоскі частинки) рухаються повільніше і розташовуються ближче до початку спіралі; більш легкі частинки (щирія) долають більший шлях через менший опір; відмінності в траєкторіях підтверджують можливість ефективного розподілу компонентів за допомогою гвинтового сепаратора. Враховуючи суттєвий вплив на якість процесу сепарації величини подачі вихідного матеріалу, досліджено вплив величини густини подачі на якість розподілу компонентів. Для дослідження впливу фізико-механічних властивостей різних компонентів на гвинтовій поверхні сепаратора створено відповідну математичну модель, яка враховує фізичні характеристики компонентів. Як критерій оцінки необхідно врахувати ступінь подачі для кожного компонента та визначення ефекта перевантаження робочого органу - ефект переповнення або утворення «заторів». Для дослідження впливу величини подачі вихідної насіннєвої суміші на якість розподілу та побудови відповідної моделі було прийнято такі основні припущення. Густина подачі частинок (λ): розподіл частинок моделюється як функція $\lambda(t)$, яка відображає швидкість подачі частинок на одиницю поверхні гвинтового живильника; взаємодія частинок враховується через коефіцієнт блокування k_b , що моделює зменшення швидкості

руху через переповнення. Критерії оцінки: час для досягнення повного розподілу; частка правильно розділених частинок. План моделювання процесу передбачав наступне: реалізувати рівняння руху з урахуванням $\lambda(t)$ для трьох рівнів подачі насіннєвого матеріалу на робочу поверхню сепаратора; виконати чисельний розрахунок методом Рунге-Кутта; порівняти результати для кожного рівня подачі. Аналіз одержаних результатів дозволив зробити наступні висновки: рух кожного типу частинок відрізняється залежно від їх маси, форми та коефіцієнта тертя, що дозволяє сепаратору відокремлювати компоненти вороху; частинки з більшим коефіцієнтом тертя (плоскі частинки) рухаються повільніше і розташовуються ближче до початку спіралі; більш легкі частинки (щиріця) долають більший шлях через менший опір; відмінності в траєкторіях підтверджують можливість ефективного розподілу компонентів за допомогою гвинтового сепаратора. при низькій густині подачі ($\lambda_0 < 0.2$), компоненти розподіляються рівномірніше, що сприяє більш якісному сепаруванню; із зростанням густини подачі ($\lambda_0 > 0.3$) спостерігається збільшення стандартного відхилення, що свідчить про погіршення якості розподілу; для оптимізації роботи слід уникати надмірно високої густини подачі вихідного матеріалу на робочу поверхню сепаратора.

Список використаних джерел

1. Козаченко О.В. Обґрунтування ефективності використання віброфрикційного сепаратора при підготовці насіннєвого матеріалу гірчиці/ О.В. Козаченко, Е.Б. Алієв, М.В. Бакум, А.Д. Михайлов, М.М. Крекот// Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 31, 2021. С. 1-10.
2. Козаченко О.В., Алієв Е.Б., Піх Є.О. Чисельне моделювання процесу попередньої сепарації насіннєвої суміші на гвинтовому живильнику віброфрикційного сепаратора. Техніка, енергетика, транспорт АПК. ВНАУ. 2024 № 2 (125). С. 36-46. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-2-4.

УДК 631.372

ПРОЕКТУВАННЯ МАШИН ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА**Сиромятников Ю.М. к.т.н., Сиромятніков П.С. доцент,
Машталь В.В. здобувач ВО***Державний біотехнологічний університет*

Проектування сучасних машин для тваринництва передбачає інтеграцію енергоефективних технологій, автоматизованих систем управління та сенсорного моніторингу для забезпечення добробуту тварин і зниження впливу на довкілля. У тезах розглянуто етапи технічного проектування, моделювання робочих процесів і перспективи впровадження концепції «розумної ферми» у тваринництві. Розглянуто особливості сучасного проектування машин для тваринництва з урахуванням енергоефективності, автоматизації та біобезпеки.

Проектування машин для тваринництва є однією з ключових складових підвищення продуктивності, ефективності та сталості аграрного сектору. У сучасних умовах швидкого розвитку цифрових технологій та концепцій «розумного фермерства» (Smart Farming), зростають вимоги до технічних засобів, які використовуються у тваринницьких господарствах. Основні критерії, що визначають ефективність нових машин, включають енергозбереження, автоматизацію процесів, мінімізацію негативного впливу на фізіологічний стан тварин, екологічну безпеку, адаптивність до різних масштабів виробництва [1,2].

Процес проектування технологічного обладнання для тваринництва передбачає багатокомпонентний підхід і включає наступні етапи: Аналіз технологічного процесу, зокрема його фізичних, хімічних і біологічних параметрів. Формулювання функціональних і конструктивних вимог до обладнання з урахуванням специфіки біотехнологічних процесів. Розробка технічного завдання з включенням системних обмежень (енергоспоживання, навантаження, умови мікроклімату). Тривимірне моделювання та симуляція роботи агрегатів з використанням CAD/CAE-систем.

Визначальним чинником на етапі розрахунку конструкції є структурно-функціональна оптимізація, яка базується на багатофакторному математичному моделюванні, включаючи використання рівнянь, таких як (1):

$$Q = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_{in} - T_{out}) \quad (1)$$

де: Q — кількість тепла, що передається (Вт);

$\dot{m}$ — масова витрата повітря (кг/с);

c_p — питома теплоємність повітря (≈ 1005 Дж/(кг·К));

T_{in}, T_{out} — температура повітря на вході та виході відповідно.

У контексті проектування мікрокліматичних систем використовуються моделі теплового балансу тварин, такі як (2):

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{met}} - (Q_{\text{conv}} + Q_{\text{rad}} + Q_{\text{evap}} + Q_{\text{resp}}) \quad (2)$$

де: Q_{met} — метаболічне тепло;

Q_{conv} , Q_{rad} , Q_{evap} , Q_{resp} — відповідно теплообмін за рахунок конвекції, випромінювання, випаровування та дихання.

Ці моделі активно використовуються при проектуванні систем вентиляції, обігріву, кондиціонування і розрахунку енергозбереження в приміщеннях для утримання тварин [3, 6].

Інтеграція елементів роботизації (маніпулятори, мобільні платформи, автоматизовані годівниці) та сенсорних систем моніторингу (температура, вологість, рівень шуму, рівень аміаку, активність тварин) дозволяє значно підвищити точність і повторюваність технологічних операцій. Наприклад, в системах контролю здоров'я тварин застосовуються алгоритми машинного навчання для аналізу біометричних даних, отриманих із сенсорів. Це дозволяє формувати предиктивні моделі, такі як (3):

$$P(y=1|x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}} \quad (3)$$

де: $P(y=1|x)$ — ймовірність виявлення аномалії (наприклад, хвороби);

$x_1, \dots, x_n$ — незалежні змінні (температура, частота серцебиття, активність);

$\beta_0, \dots, \beta_n$ — коефіцієнти логістичної регресії.

У контексті екологічного проектування використовуються методи аналізу життєвого циклу (Life Cycle Assessment) для оцінки впливу обладнання на довкілля протягом усього періоду експлуатації — від виробництва до утилізації. Впровадження пасивних рішень, як-от теплоізоляційні оболонки, покликане зменшити залежність від активних джерел енергії (4):

$$U = \frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{1}{R_{\text{conv, in}} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{\text{conv, out}}} \quad (4)$$

де: U — коефіцієнт теплопередачі ($\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$);

R_{total} — загальний опір теплопередачі;

d_i , λ_i — товщина і теплопровідність кожного i шару матеріалу.

Розробка новітніх машин для тваринництва також враховує інтегрованість з цифровими платформами (IoT, ERP, Smart Farm Management Systems) та можливість масштабування, що є вирішальним для ферм різного розміру — від індивідуальних господарств до агрохолдингів [1, 4, 5].

У таблиці 1 представлено узагальнення ключових етапів проектування машин для тваринництва, кожен з яких має важливе значення для забезпечення ефективності, безпеки та екологічності обладнання.

Першим етапом є аналіз технологічного процесу, який передбачає вивчення фізико-біологічних потреб тварин, умов утримання та параметрів середовища. На основі цього здійснюється формування функціональних вимог,

де встановлюються необхідні технічні характеристики машини, включаючи гігієнічні та навантажувальні обмеження. Наступним кроком є розробка технічного завдання, яке включає детальні специфікації з урахуванням обмежень на енергоспоживання, рівень шуму тощо.

Таблиця 1 - Ключові елементи проектування машин для тваринництва

Етап проектування	Опис	Приклади/Методи
Аналіз технологічного процесу	Визначення фізико-біологічних потреб тварин, аналіз середовища та умов утримання	Біоінженерія, енергетичний та мікрокліматичний аналіз
Формування функціональних вимог	Встановлення ключових технічних характеристик машини та взаємодії з біологічними об'єктами	Нормування навантажень, гігієнічні норми
Технічне завдання	Розробка специфікацій з урахуванням обмежень та продуктивності	Параметри споживання енергії, допустимі рівні шуму
Моделювання і оптимізація конструкції	Тривимірне CAD-моделювання, розрахунок міцності, теплопередачі, навантажень	SolidWorks, ANSYS, AutoDesk
Інтеграція сенсорик та робототехніки	Використання датчиків, систем зворотного зв'язку, автономних пристроїв	IoT-сенсори, автоматичні годівниці, роботи-дояри
Оцінка впливу на довкілля	Розрахунок викидів, енергоспоживання, теплових втрат	LCA (Life Cycle Assessment), теплотехнічні формули
Економічний аналіз	Розрахунок собівартості експлуатації, окупність інвестицій	Методика дисконтованих витрат, TCO

Далі відбувається моделювання та оптимізація конструкції з використанням сучасних CAD/CAE-систем, таких як SolidWorks чи ANSYS, що дозволяє проводити розрахунки міцності, термодинамічних процесів і навантажень. Важливою складовою є інтеграція сенсорних систем та елементів робототехніки, які забезпечують автоматизоване управління процесами, точність виконання операцій та підвищення добробуту тварин. Крім цього, проводиться оцінка впливу на довкілля, яка включає розрахунки теплових втрат, викидів та споживання енергії, з використанням методів аналізу життєвого циклу (LCA).

Після цього здійснюється економічний аналіз, що враховує повну собівартість володіння і експлуатації техніки, зокрема за методикою TCO (Total Cost of Ownership). Завершальним етапом є врахування ергономіки та безпеки, що включає адаптацію конструкції для комфортної та безпечної роботи оператора і взаємодії з тваринами — шляхом застосування безпечної геометрії доступу, захисних елементів та дотримання гігієнічних вимог.

Висновки

Таким чином, проектування машин для тваринництва є багатокомпонентним і міждисциплінарним процесом, що поєднує інженерні, біотехнологічні, екологічні та економічні підходи.

Список використаних джерел

1. Vlaicu, P., Gras, M., Untea, A., Lefter, N. A., & Rotar, M. (2024). Advancing Livestock Technology: Intelligent Systemization for Enhanced Productivity, Welfare, and Sustainability. *AgriEngineering*. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020084>
2. Neglia, G., Matera, R., Cotticelli, A., Salzano, A., Cimmino, R., & Campanile, G. (2023). Precision livestock farming in buffalo species: a sustainable approach for the future. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-wbc019>
3. Beyhan, S. (2023). A scaled-down model of a dairy barn to imitate a livestock building for modelling and control of environmental conditions. *Journal of Thermal Biology*, 114, 103571. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103571>
4. Rangaswamy, C., Monisha, K., Rajini, H. S., & Rakshitha, B. A. (2024). Automation of cattle livestock. *2024 International Conference on Knowledge Engineering and Communication Systems (ICKECS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICKECS61492.2024.10616665>
5. Papadopoulos, G., Papantonatou, M.-Z., Uyar, H., Kriezi, O., Mavrommatis, A., Psiroukis, V., Kasimati, A., Tsiplakou, E., & Fountas, S. (2025). Economic and Environmental Benefits of Digital Agricultural Technological Solutions in Livestock Farming: A Review. *Smart Agricultural Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100783>
6. de Masi, R. D., Ruggiero, S., Tariello, F., & Vanoli, G. (2021). Passive envelope solutions to aid design of sustainable livestock buildings in Mediterranean climate. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127444. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.127444>

УДК 532.2

ПОШИРЕННЯ ПЛОСКИХ ХВИЛЬ У ЗЕРНИСТОМУ ШАРІ, ЩО МАЄ ЕФЕКТ РЕЙНОЛЬДСА

Нанка О.В. к.т.н. професор

Державний біотехнологічний університет

Розглядається динаміка зернистого матеріалу, схильного до ефекту Рейнольдса. Записано типові граничні умови на твердій стінці ємності із зерном, динамічні та кінематичні умови на вільній поверхні зернового шару. Сформульована і вирішена задача про розповсюдження плоских хвиль уздовж горизонтального зернового шару. Відзначено неоднозначність залежності фазової швидкості від хвильового числа.

Розглядається зернисте середовище. Дане середовище є двофазним, в якому несучою складовою є або газ, або рідина, що заповнюють простір між твердими частинками дисперсної складової [1–4]. Як правило, динаміка такого середовища визначається рухом твердих частинок дисперсного середовища. Якщо середовище здійснює швидкий рух з великими градієнтами поля

швидкостей, рух твердих частинок нагадує рух молекул газу. Те саме має місце і при накладенні вібрацій [5]. Тут основна трудність полягає у формулюванні реологічного співвідношення, що встановлює зв'язок тензора напруг з кінематичними характеристиками (тензорами деформацій і швидкостей деформацій). Зазначений зв'язок, як правило, встановлюється на основі експериментальних даних та формулювання феноменологічних співвідношень [1, 2, 7, 8, 11, 12, 16].

Методами термодинаміки формулюється реологічне співвідношення, що дозволяє замкнути систему рівнянь динаміки сипучого матеріалу, формулюються граничні умови на твердій стінці ємності і вільній поверхні зерна. При цьому приймаються такі припущення:

1. деформації, швидкості та його градієнти такі ж малі, як і в теорії пружності;

2. вводиться поняття температури як деякого термодинамічного параметра середовища аналогічно [4, 9];

3. має місце ефект Рейнольдса.

Останнє припущення пов'язане з ефектом залежності дилатації від зсувних деформацій, виявлених Рейнольдсом, [13].

Розглянемо повну систему рівнянь динаміки зернового середовища.

Сюди відносяться рівняння руху

$$\rho \frac{dv_i}{dt} = \partial_k \sigma_{ki} + \rho g_i \quad (1)$$

кінематичне рівняння, пов'язане з ефектом Рейнольдса

$$\partial_m u_m = 0 \quad (2)$$

кінематичне співвідношення, що зв'язує швидкість руху середовища з переміщеннями

$$v_i = \frac{\partial u_i}{\partial t} \quad (3)$$

замикаюче співвідношення

$$\sigma_{ki} = -p \delta_{ki} + 2\nu \gamma_{ki} \quad (4)$$

Рівняння (1)-(4) мають бути доповнені початковими умовами

$$u_i = u_i^o(t_0, x_1, x_2, x_3), \quad v_i = v_i^o(t_0, x_1, x_2, x_3) \quad (5)$$

граничними умовами на твердій стінці S_1 (рис.1)

$$u_i|_{S_0} = 0$$

та на вільній поверхні S_2 динамічні умови

$$n_k \sigma_{ki} n_i = p_n, \quad n_k \sigma_{ki} \tau_i^\alpha = T_i^\alpha \quad (6)$$

Кінематична умова для вільної поверхні, що рухається S_2 , рівняння якої задаємо у вигляді $F(t, x_1, x_2, x_3) = 0$, має вигляд

$$\frac{\partial F}{\partial t} + v_1 \frac{\partial F}{\partial x_1} + v_2 \frac{\partial F}{\partial x_2} + v_3 \frac{\partial F}{\partial x_3} = 0 \quad (7)$$

де $u_i^o, v_i^o, p_n, T_i^\alpha$ - задані функції, P_n - нормальний тиск, T_i^α - складові дотичної напруги, n_i - поодинокі нормаль до S_2 , τ_i^α - неколінеарні поодинокі дотичні до S_2 вектора, $i=1,2,3; \alpha=1,2$.

Далі, $p_n = T_i^{(\alpha)} = 0$ – відсутні навантаження на вільній поверхні.

Розглянемо малі рухи горизонтального зернистого шару в околиці рівноваги:

$$w=0, \quad p = \rho g(h_0 - z) \quad (8)$$

Розглянемо рівновагу горизонтального зернистого шару постійної товщини h_0 (рис.1).

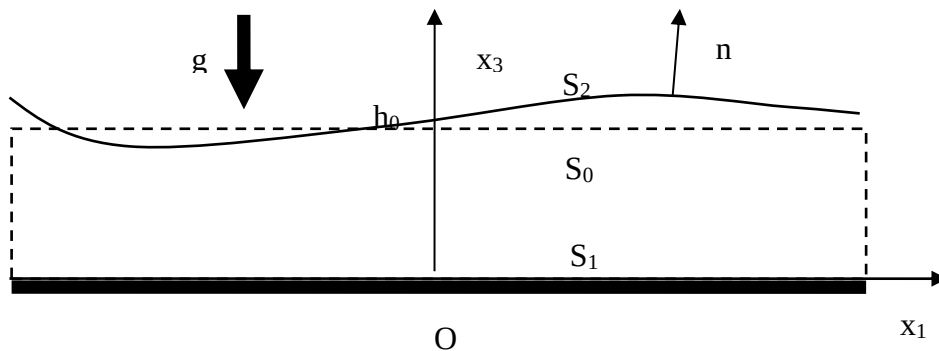


Рис.1. Зернистий шар на твердій горизонтальній площині

Позначимо декартові координати $x = x_1, y = x_2, z = x_3$. Розглянемо поширення плоскої хвилі в шарі в напрямку осі Ox , коли середовище знаходиться в напружено-деформованому стані.

Позначимо фундаментальні розв'язки системи рівнянь через $Y_k^{(i)}(z)$, утворюємо матрицю, стовпці якої представляють розв'язання задач Коші [15]

$$\frac{dY_k^{(i)}}{dz} = F(Y_1^{(i)}, Y_2^{(i)}, Y_3^{(i)}, Y_4^{(i)}, Y_5^{(i)}, Y_6^{(i)}, Y_7^{(i)}, Y_8^{(i)}), \quad Y_k^{(i)}(0) = \delta_k^i \quad (i, k = 1, \dots, 8) \quad (9)$$

де δ_k^i – символи Кронекера.

Введені нові невідомі змінні:

$$Y_1 = u_3, Y_2 = \frac{du_3}{dz}, Y_3 = \frac{d^2u_3}{dz^2}, Y_4 = \frac{d^3u_3}{dz^3}, Y_5 = U_3, Y_6 = \frac{dU_3}{dz}, Y_7 = \frac{d^2U_3}{dz^2}, Y_8 = \frac{d^3U_3}{dz^3}$$

Загальне рішення рівнянь (9), що залежить від восьми довільних постійних $C_1, \dots, C_8$, записується у вигляді

$$Y_k(z) = \sum_{i=1}^8 C_i Y_k^{(i)}(z) \quad (10)$$

Підставляючи його в початкові умови, отримаємо

$$Y_k(0) = \sum_{i=1}^8 C_i Y_k^{(i)}(0) = \sum_{i=1}^8 C_i \delta_k^i = C_k \quad (11)$$

звідки видно, що

$$C_1 = Y_1(0) = 0, C_2 = Y_2(0) = 0, C_5 = Y_5(0) = 0, C_6 = Y_6(0) = 0$$

Таким чином, у поданні рішення задачі (10) залишаються константи C_3, C_4, C_7, C_8

$$Y_k(z) = C_3 Y_k^{(3)}(z) + C_4 Y_k^{(4)}(z) + C_7 Y_k^{(7)}(z) + C_8 Y_k^{(8)}(z) \quad (k=1, \dots, 8) \quad 2)$$

Для визначення констант, що залишилися, скористаємося граничними умовами, з яких випливають співвідношення

$$\begin{cases} (Y_7^{(3)} + Y_3^{(3)}k^2)C_3 + (Y_5^{(4)}k^2 + Y_7^{(4)})C_4 + (Y_5^{(7)}k^2 + Y_7^{(7)})C_7 + (Y_5^{(8)}k^2 + Y_7^{(8)})C_8 = 0 \\ (Y_3^{(3)} + Y_1^{(3)}k^2)C_3 + (Y_1^{(4)}k^2 + Y_3^{(4)})C_4 + (Y_1^{(7)}k^2 + Y_3^{(7)})C_7 + (Y_1^{(8)}k^2 + Y_3^{(8)})C_8 = 0 \\ \left(\rho g Y_1^{(3)} + 3\nu Y_2^{(3)} - \frac{\nu}{k^2} Y_4^{(3)} + \frac{\rho c}{k} Y_6^{(3)} \right) C_3 + \left(\rho g Y_1^{(4)} + 3\nu Y_2^{(4)} - \frac{\nu}{k^2} Y_4^{(4)} + \frac{\rho c}{k} Y_6^{(4)} \right) C_4 + \\ + \left(\rho g Y_1^{(7)} + 3\nu Y_2^{(7)} - \frac{\nu}{k^2} Y_4^{(7)} + \frac{\rho c}{k} Y_6^{(7)} \right) C_7 + \left(\rho g Y_1^{(8)} + 3\nu Y_2^{(8)} - \frac{\nu}{k^2} Y_4^{(8)} + \frac{\rho c}{k} Y_6^{(8)} \right) C_8 = 0 \\ \left(\rho g Y_5^{(3)} + 3Y_6^{(3)}\nu - \frac{\nu}{k^2} Y_8^{(3)} - \frac{\rho c}{k} Y_2^{(3)} \right) C_3 + \left(\rho g Y_5^{(4)} + 3Y_6^{(4)}\nu - \frac{\nu}{k^2} Y_8^{(4)} - \frac{\rho c}{k} Y_2^{(4)} \right) C_4 + \\ + \left(\rho g Y_5^{(7)} + 3Y_6^{(7)}\nu - \frac{\nu}{k^2} Y_8^{(7)} - \frac{\rho c}{k} Y_2^{(7)} \right) C_7 + \left(\rho g Y_5^{(8)} + 3Y_6^{(8)}\nu - \frac{\nu}{k^2} Y_8^{(8)} - \frac{\rho c}{k} Y_2^{(8)} \right) C_8 = 0 \end{cases} \quad (13)$$

Дана система лінійних однорідних рівнянь алгебри має ненульове рішення тоді, коли її визначник дорівнює нулю

$$\det(A) = 0 \quad (14)$$

де матриця $A(4 \times 4)$ коефіцієнтів цієї системи (13).

Фіксуємо інші параметри, розглядатимемо як аргументи функції, що входить у праву частину рівняння (14). Приходимо до трансцендентного

рівняння, званого дисперсійним співвідношенням

$$F(c, k) = 0 \quad (15)$$

яке визначає залежність фазової швидкості c хвилі від хвильового числа k .

Ліва частина співвідношення (15) представлена функцією двох змінних. Розв'язання рівняння (15) відповідає нульової лінії рівня F . Для побудови цієї лінії рівня скористаємося побудовником контурних ліній contour MATLAB [18]

Результати чисельного визначення залежності $c = c(k)$ наведено на рис.2 і 3, для значень параметрів $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$, $h_0 = 0.05 \text{ м}$, $\nu = 200, 1500 \text{ н/м}^2$.

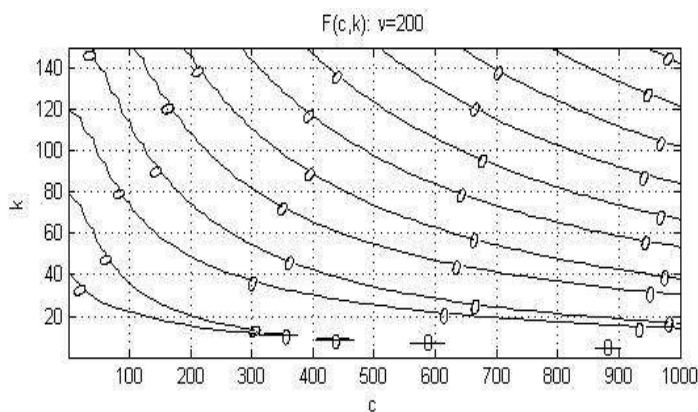


Рис.2.Залежність $F(c, k)$: $\nu = 200 \text{ н/м}^2$

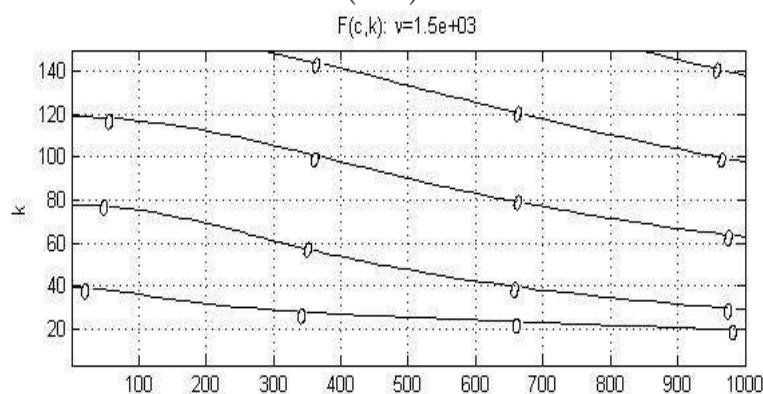


Рис.3.Залежність $F(c, k)$: $\nu = 1500 \text{ н/м}^2$

Висновки

Відразу зробимо застереження про те, що застосовувати отримані результати до коротких хвиль $k \rightarrow \infty$ сумнівно, оскільки довжина хвилі не може бути меншою за максимальний розмір власне зерна. Хвиля не може бути меншою за максимальну довжину власне зерна, тому що тоді модель суцільного середовища непридатна. Так само не можна розглядати занадто великі фазові швидкості, тоді, очевидно, модель середовища має бути змінена.

З графіків видно, що у цьому середовищі є безліч хвиль, чому відповідають різні гілки залежностей $k = k(c)$. Видно, що із зменшенням хвильового числа k швидкість хвилі зростає. Крайня нижня гілка $k = k(c)$ говорить про те, що має місце асимптотичне прагнення k до деякого значення при $c \rightarrow \infty$.

Відомо, що хвиля Релея для пружного напівпростору дає єдину залежність $k = k(c)$ [14]. У розглянутому випадку отримуємо безліч таких залежностей. Це можна пояснити відмінністю реологічного закону та кінцевою глибиною шару.

Список використаних джерел

1. Bagnold R.A. Experiments on a gravity free dispersion of large solid spheres in a Newtonian fluid under shear. Proc. Roy. Soc. London. Ser. 225. 195. 449-463.
2. Ширко И.В. Механика гранулированных сред. Теория быстрых движений. М.: Мир. 1985. 280.
3. Jaeger H., Nagel S., Behringer R. The Physics of Granular Materials. Physics Today. 1996. 32-38.
4. Гольдштик М.А. Процессы переноса в зернистом слое. Новосибирск. СО АН СССР. Ин-т теплофиз. 1984. 163.
5. Блехман И.И., Хайнман В.Я. О теории вибрационного разделения сыпучих смесей. Изв. АН СССР. Механика, 1965, №5, с.22-30.
6. Бердичевский В.Л. Вариационные принципы механики сплошной среды. М.: Наука.- 1983.- с. 447-461.
7. Hankel R. Stress and temperature distributions. Nucleonics, v. 18, N 11. 1960. 1120 - 1125.
8. Bagi K. Statistical analysis of contact force components in random granular assemblies. Granular Matter. Vol.5, No.1. 2003. 45-54.
9. Steven R. Dahl, C., Hrenya M., Garzo V., James W. J. D. Kinetic Temperatures for a Granular Mixture. Physical Review. E. November. 2002. 1-31.
10. Nanka A., Iyevlev I., Sementsov V., Boiko D., Duhanets V.. Construction Of Mathematical Models Of The Statics Of Grain Media Considering The Reynolds Effect. Eastern-european journal of enterprise technologies. Vol 6, no 7 (102) 2019.53-62.
11. Нанка А.В. Иевлев И.И. О сепарации примеси в несущем потоке зернистой среды. Харків: Вісник ХНТУСГ ім.П.Василенка. 2018 р. Вип 182, Техн. сист-и і технології тварин-ва.С.215-222.
12. Сподарева Л.А. Стационарное движение слоя сыпучего материала по шероховатой поверхности в инерционном режиме с учетом конечного времени контакта между гранулами. ПМТФ, т.40, №6, 1999. с.128-132.
13. Reynolds O. On the dilatancy of media composed of rigid particles in contact. With experimental illustrations. Philosophical Magazine Series 5, 20(127): Dec. 1885. 469-481.
14. Лурье А.И. Теория упругости. М.: Наука. 1970. 939.
15. Зайка П.М.. Динамика вибрационных очистительных машин. М.: Машиностроение. 1977. 278 .
16. Нанка А.В., Иевлев И.И. О сепарации примеси в несущем потоке зернистой среды. Харків: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Вип 182, Техн. системи і технології тваринництва. 2018. 215-222.
17. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир. 1975. 872.

18. Ю. Л. Кетков Ю.Л., Кетков А. Ю., Шульц М. М. MATLAB 6.x.: программирование численных методов. СПб.: БХВ-Петербург. 2004. 672.

УДК 638.145:631.3

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОМИСЛОВОГО ВІБРАЦІЙНОГО ЕКСТРАКТОРА ПЕРГИ

Бєлих О.В. аспірант

Державний біотехнологічний університет

У статті представлено обґрунтування параметрів промислового вібраційного екстрактора перги, що дозволяє підвищити ефективність видобутку без втрати біологічної цінності продукту. Запропонована технологія включає попереднє охолодження, вібраційне відокремлення та сепарацію, що забезпечує до 95 % виходу товарних гранул при мінімальних енергетичних витратах.

Сучасні технології екстракції перги спрямовані на зменшення втрат активних речовин та підвищення ефективності виробництва. Одним із перспективних напрямів є застосування штучних стільників і спеціалізованих модулів для зручного видалення перги після ферментації, що значно спрощує обробку продукту [1]. В процесі дозрівання перги в стільниках відбуваються глибокі біохімічні трансформації, які підвищують біодоступність поліфенолів та антиоксидантну активність. Ці властивості безпосередньо залежать від умов зберігання та температурного режиму, що важливо враховувати при проектуванні екстрактора [2]. Перга демонструє високі антимікробні властивості, зумовлені ферментацією та синергією біоактивних речовин, що зберігаються при мінімізації теплового впливу під час екстракції [3]. Для забезпечення високої якості продукції важливо контролювати глибину заповнення сотів пергою, адже це впливає на ступінь ферментації та стабільність кінцевого продукту. Спектроскопічні методи показують зміни у вмісті води та вуглеводів у перзі в порівнянні з пилком [4]. Дослідження підтверджують, що навіть при лабораторному ферментуванні пилку з використанням *Lactobacillus rhamnosus* можна досягти рівня біоактивності, близького до природної перги, що дає підґрунтя для створення ефективних промислових екстракторів із подальшою біообробкою продукту [5].

Перга — один із найцінніших продуктів бджільництва, багатий на біологічно активні речовини. Для забезпечення високоякісної екстракції без втрат лікувальних властивостей розроблено нову конструкцію вібраційного екстрактора з етапами попереднього охолодження стільників до температури $T_c = -18^\circ\text{C}$ і сепарацією при керованій амплітуді коливань.

Основою розрахунку амплітудно-частотних параметрів служить рівняння гармонічного збудження:

$$x(t) = A \cdot \sin(\omega t), \quad \omega = 2\pi f$$

де: A — амплітуда вібрацій, ω — кругова частота, f — частота вібрацій.

Для забезпечення динамічного звільнення гранул перги із сотів без руйнування структури використовувалося умова подолання сил зчеплення:

$$F_{\text{інерц}} = m \cdot a \geq F_{\text{зчеп}} = \mu \cdot N$$

де: m — маса пергової гранули, $a = A \cdot \omega^2$ — максимальне прискорення, μ — коефіцієнт тертя, N — нормальна сила зчеплення.

Теплові деформації при заморожуванні сотів описуються за допомогою коефіцієнтів лінійного стискання:

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

де: α — температурний коефіцієнт стискання воску, L_0 — початкова товщина стільника, $\Delta T = T_0 - T_c$ — перепад температур.

Продуктивність екстрактора при неперервному режимі:

$$Q = \frac{m_{\text{перга}}}{t_{\text{цикл}}} \approx 12 \text{ кг / год}$$

Результати експериментального тестування демонструють зменшення втрат перги на $\approx 25\text{--}30\%$ порівняно з побутовими екстракторами, та підвищення виходу товарної продукції на $40\text{--}60\%$ завдяки зниженню окислення та втрат при подальшій сепарації.

Таблиця 1 — Порівняння ефективності різних типів екстракторів перги

Показник	Ручний екстрактор	Побутовий електричний екстрактор	Промисловий вібраційний екстрактор (запропонований)
Продуктивність, кг/год	0.3–0.5	1.5–3.0	10–12
Ступінь руйнування гранул, %	25–40	15–20	< 5
Вихід товарної фракції, %	50–65	60–85	90–95
Втрати корисних речовин, %	>30	15–25	<10
Споживання енергії, кВт·год	—	0.5–0.9	0.6–0.75
Тривалість окислення, хв	>60	20–30	<5
Участь ручної праці	90%	40–60%	<10%
Потреба в охолодженні	відсутня	часткова	автоматизована до -18°C
Конструктивна складність	низька	середня	висока (модульна система)
Орієнтація на тип пасіки	аматорська	дрібна	промислова / середня / кооперативна

Пояснення до таблиці 1. Промисловий вібраційний екстрактор дає змогу суттєво зменшити втрати під час видобутку перги за рахунок точного

регулювання вібраційних режимів та попереднього заморожування. Це забезпечує високу якість товарної продукції, зниження трудомісткості й оптимізацію виробничих витрат. Завдяки автоматизованому процесу охолодження та мінімізації контакту гранул із киснем, зберігаються їхні біологічні властивості.

Висновки. Розроблена технологія вібраційної екстракції із попереднім охолодженням дозволяє зменшити втрати активних речовин, підвищити рентабельність виробництва та придатна для впровадження на середніх і великих пасіках. Застосування математичних моделей для обґрунтування параметрів вібрації та теплових режимів дозволяє оптимізувати процес і забезпечити високу якість продукції.

Список використаних джерел

1. Brovarskyi, V., Velychko, S., Brindza, J., & Adamchuk, L. (2017). Development and testing of the technology of production of the beebread with the use of artificial combs. *Agrobiodiversity*, 31–42. <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.31-42>
2. Degirmenci, A., Yildiz, O., Boyraci, G. M., Er Kemal, M., & Simsek, O. (2024). The process of pollen transformation into bee bread: changes in bioactivity, bioaccessibility, and microbial dynamics. *Food & Function*. <https://doi.org/10.1039/d3fo04466a>
3. Didaras, N. A., Karatasou, K., Dimitriou, T., Amoutzias, G., & Mossialos, D. (2020). Antimicrobial activity of bee-collected pollen and beebread: State of the art and future perspectives. *Antibiotics*, 9. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9110811>
4. Svečnjak, L., Bošković, K., Prđun, S., Mrkonjić Fuka, M., & Tanuwidjaja, I. (2023). Metric and spectral insight into bee-pollen-to-bee-bread transformation process. *Foods*, 12. <https://doi.org/10.3390/foods12224149>
5. Miłek, M., Mołoń, M., Kula-Maximenko, M., Sidor, E., Zagula, G., & Dżugan, M. (2023). Chemical composition and bioactivity of laboratory-fermented bee pollen in comparison with natural bee bread. *Biomolecules*, 13. <https://doi.org/10.3390/biom13071025>

УДК: 631.3.62-1

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ПОСІВУ ЗІ ЗМІННОЮ НОРМОЮ

Соколік С.П. ст. викладач

Сумський національний аграрний університет

У публікації розглянуто сучасні підходи до диференційованого посіву в контексті технологій точного землеробства. Проаналізовано агроекономічні переваги, технічні вимоги та перспективи впровадження змінних норм висіву залежно від просторової мінливості поля. Окрема увага приділена потребі у розробці адаптивних моделей посіву з урахуванням агроекологічних умов регіону.

Технології точного землеробства дозволяють агровиробникам покращити управління конкретними ресурсами в рослинництві. Удосконалення технології посіву для впровадження змінних норм дає змогу краще використовувати мінливість ґрунту. Посів зі змінними нормами дозволяє адаптувати популяцію до мінливості поля та допомагає забезпечити точне виробництво в полі, щоб зменшити помилки в процесі посіву. Іншим важливим аспектом є те, що інтерес до диференційованого посіву у всьому світі зростає через взаємодію цих технологій із поточними цінами на насіння.

Оптимальна популяція рослин може підвищити врожайність, максимізуючи прибуток підприємства. Метод посіву в залежності від особливостей ділянки поля, коли змінна норма висіву застосовується до кожної площі окремо, дає змогу оптимізувати густоту посіву в очікуванні найкращого агрономічного та економічного ефекту. В даний час для визначення мінливостей ґрунту та агрокультур використовуються різні проксимальні та дистанційні сенсорні системи, контактне та безконтактне обладнання, а також технології картографування та моделювання. Диференційований посів залежить від хорошого знання характеристик поля, можливостей посівного агрегату, запланованої врожайності, продуктивності ґрунту та розуміння взаємодії машини з навколишнім середовищем [1].

Дистанційні та проксимальні датчики, встановлені на тракторах або позашляховиках, допомагають створювати карти полів із змінними властивостями. Точність цих карт і правильний розподіл зон управління по полю суттєво впливають на ефективність такого підходу. Використання обладнання для диференційованого посіву окупається за один рік при його застосуванні на 500 га посівів. Прогнозуючи окупність протягом певного періоду часу, можна зробити висновок, що диференційований посів є ефективним, коли розмір господарства в середньому становить щонайменше 200 га. Однак це також залежить від культури та використовуваних супутникових карт. Використання супутникових карт може бути проблематичним, оскільки в умовах України часто висока хмарність. Тому доцільно краще використовувати сенсорні віддалені та проксимальні датчики, які ефективні за будь-яких метеорологічних умов. Одними з найменш чутливих до метеорологічних умов є безконтактні прилади

для визначення електропровідності [2]. Одним із найважливіших висновків є те, що чим вища мінливість властивостей поля та ґрунту, тим вища ефективність змінного посіву та швидша окупність. Застосування диференційованого посіву для різних сільськогосподарських культур демонструє позитивні агроекономічні тенденції, додаткові врожаї та вищу економічну віддачу. Зокрема, бракує оптимальної моделі для диференційованого посіву, яка б дозволяла застосовувати точний висів залежно від різних факторів продуктивності ґрунту та рослин. Тому, з огляду на найближче майбутнє, науковці, пропагандисти точного землеробства, виробники машин і практики диференційованого посіву у сільському господарстві стикаються з важливими проблемами щодо обґрунтування застосування його для різних агрокультур, враховуючи мінливість ґрунту, а також навколишнього середовища [3].

Важливо проводити дослідження технологічних операцій для найпоширеніших культур, з урахуванням агрономічних, технологічних, енергетичних, екологічних та економічних показників. Карта завдання повідомляє користувачеві, скільки насіння використовувати залежно від розташування посівного агрегату на полі. Майбутні дослідження повинні відповісти на питання, який метод диференційованого посіву є найбільш придатним для різних регіонів, оскільки існує два погляди на посів зі змінною нормою. Перший стверджує, що краще розподіляти більше насіння на високопродуктивних ґрунтах і менше на низькопродуктивних. Другий, передбачає, що краще використовувати змінні у зворотному напрямку, тобто розподіляти більше насіння на бідних ґрунтах і менше на високопродуктивних [4, 5].

Досі недостатньо знань про те, який метод більше підходить для найпопулярніших рослин у нашому регіоні. Важливим майбутнім напрямком наукової діяльності є представлення схем і методологій досліджень диференційованого посіву і моделей контролю глибини закладання насіння, які забезпечують точний контроль і дозволяють організувати процес посіву. Методологію дослідження слід розробляти з урахуванням неоднорідності ґрунту з використанням телеметричних систем і багатофункціональних методів ультрафіолетової, оптичної та ближньої інфрачервоної спектроскопії для оптимізації кількості насінин на одиницю площі та глибини закладення під час посіву.

Багатофункціональна модель сталого контролю технології точного посіву на основі спектрометрії дозволить зберігати насіння, краще використовувати ґрунт, підвищити продуктивність рослин, захистити навколишнє середовище та зменшити споживання енергії та економічні витрати. Тому в усіх майбутніх дослідженнях особливо важливо випробувати та оцінити новітні методології на практиці, а потім зробити комплексну оцінку параметрів ґрунту, рослин і навколишнього середовища, а також змінити запропоновані методи, щоб знайти найкраще рішення та найбільш оптимальні методи для агровиробників.

Список використаних джерел

1. Munnaf M. A., Haesaert G., Mouazen A. M. Map-based site-specific seeding of seed potato production by fusion of proximal and remote sensing data // *Soil & Tillage Research*. – 2021. – Vol. 206. – Article ID: 104801. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104801>.
2. Fulton J. Variable-rate seeding systems for precision agriculture // *Precision Agriculture for Sustainability* / ред. J. Stafford. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing Limited, Silsoe Solutions, 2019. С. 28–297.
3. Virk S. S., Fulton J. P., Porter W. M., Pate G. L. Row-crop planter performance to support variable rate seeding of maize // *Precision Agriculture*. – 2020. – Vol. 21. – P. 603–619. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09673-y>.
4. Grisso R.B., Mark A., Wade T., David H., Roverson G.T. Precision Farming Tools: Variable-Rate Application. *Va. Coop. Ext.*, 2011. С. 1–7. Режим доступу: https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/47448/442-505_PDF.pdf (дата звернення: 17.02.2022).
5. Gunzenhauser B., Shanahan J., Lund E. Utilizing on-the-go soil sensing devices to improve management zones definition // *Crop Insights*. 2012. Т. 19. С. 1-4.

УДК: 631.3.62-1

ОЦІНКА МЕТОДІВ МОНІТОРИНГУ ТА ОБЛАДНАННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ПРИ ПОСІВІ ЗІ ЗМІННОЮ НОРМОЮ

Соколік С.П. ст. викладач

Сумський національний аграрний університет

Розглядаються принципи та переваги посіву зі змінною нормою в умовах неоднорідних полів, зокрема використання карт завдань і сенсорних технологій у режимі реального часу. Такий підхід дозволяє оптимізувати норму висіву відповідно до агроекологічних умов кожної ділянки, що сприяє підвищенню врожайності, зниженню витрат і забезпеченню сталого розвитку сільського господарства.

На неоднорідних полях корисно змінювати кількість насіння відповідно до потенціалу ґрунту. Стратегія висіву зі змінною нормою посіву для кожної ґрунтової зони керування базується на наступних даних: довгострокова історія врожайності, польова продуктивність, вологість ґрунту, видима електропровідність, одиниці реакції на навколишнє середовище, тип ґрунту, рельєф, ландшафт, нахил, дренаж і колір, культура, індекс ґрунту та рослинної рослинності. Польові дані для конкретної ділянки, такі як цифрові ґрунтові карти, аерофотознімки, карти уявної електропровідності або карти врожайності попереднього року, є основою для розрахунку оптимальної норми висіву для конкретної ділянки. Таким чином створюються карти посіву зі змінною нормою, що показують різницю в нормі висіву через різні умови, пов'язані з місцем розташування, системою вирощування та поточними параметрами. Це означає,

що згенеровані карти посіву описують ситуацію лише в певний момент часу. Підготовлені приписні карти розпізнаються більшістю сівалок [1].

У точному землеробстві техніка дає змогу адаптувати оптимальну кількість насіння, таким чином економлячи ресурси ферми та досягаючи більш екологічно чистого сільськогосподарського виробництва. Основним процесом диференційованого посіву є створення карти завдань для окремих ділянок. Дослідження показали, що розробкою таких прогностичних карт потрібно керувати окремо через відмінності в унікальній мінливості та історичному управлінні кожною зоною. При проектуванні зон необхідно враховувати близько чотирьох-п'яти змінних (врожайність, ґрунт, рельєф тощо), приділяючи увагу тим, які обмежують врожайність [2].

При створенні карти завдання перед завантаженням карти на дисплей трактора необхідно визначити бажану кількість рослин на кожній ділянці. При роботі з популяцією (насіння на гектар) необхідно підтримувати різну норму зонування принаймні 15–20%, щоб максимізувати врожайність. Загалом, більша кількість насіння буде посіяна на ділянках з вищим потенціалом врожайності, а в районах з нижчою врожайністю показники популяції нижчі. Методи зонування можуть включати оцінку аерофотознімків, типу ґрунту, знань фермерів про поля, характеристик ґрунту, історії посівів, наявності води, рельєфу, карт врожайності або дистанційного зондування [3].

Системи картографування не підходять для великих коливань ґрунтових умов, які сильно залежать від погодних умов. Таким чином, майбутнє передове землеробство потребує систем, які долають обмеження картографічного підходу. Спосіб на основі датчиків у режимі реального часу для конкретного місця вимагає даних високої роздільної здатності, зібраних за допомогою передових датчиків. Цей безперервний потік даних датчиків послідовно перетворюється на інформацію та рекомендації, які повинні бути реалізовані відповідним керуванням, і все це відбувається в режимі реального часу [4].

Посів за допомогою датчика дозволяє подолати обмеження методу карт-завдань. Конструкція чутливого та контрольного пристрою є дуже важливою, оскільки неправильна конструкція системи іноді може спричинити проблеми. Це точний метод внесення, який враховує природну неоднорідність ґрунту для максимізації врожайності сільськогосподарських культур і мінімізації врожайності насіння. Більшість таких практик базуються на картах зон управління, створених з використанням різних вхідних даних, які включають загальну продуктивність поля, землю та вологість, ґрунт і рослинність сільськогосподарських культур, індекс реакції навколишнього середовища, атрибути рельєфу, стан родючості ґрунту, структуру, колір, видиму електропровідність та історичну врожайність [2].

Основними вимогами до впровадження системи диференційованого посіву є наявність правильної технології, правильного процесу картографування рецептів і навчених спеціалістів. Ключові технології такого посіву включають приймач GPS і дисплей в кабіні з можливістю завантажувати та виконувати карти приписів, збирати дані та надавати оператору трактора зворотний зв'язок

у режимі реального часу щодо продуктивності сівалки та можливостей сівалки. Опції змінного посіву передбачають електропривід, який дозволяє змінювати норму висіву посівного апарату протягом усієї сівозміни.

З розвитком кінематичних в реальному часі (RTK) та інших високоякісних приймачів GPS точні топографічні вимірювання можна отримати одночасно з проксимальними показаннями ґрунтових датчиків. Технології коригування норми висіву можуть працювати на картах приписів або показаннях датчиків у режимі реального часу (онлайн), які можна адаптувати для зміни норми висіву відповідно до певних алгоритмів. Специфічні властивості в полі (властивості ґрунту, ландшафтні відмінності тощо) можуть бути виявлені під час посіву зернових або перед посівом за допомогою різних датчиків. Оптичні датчики виявляють частку органічної речовини та/або вологи в ґрунті, безконтактні датчики ЕП виявляють електромагнітну індукцію, датчики електромагнітної індукції виявляють електропровідність або вологість ґрунту (наприклад, TopSoil Mapper та DUALEM), датчики електричного опору визначають електропровідність ґрунту, за яким визначається вологість ґрунту, а датчики гамма-випромінювання визначають пропорцію органічних речовин у ґрунті та текстури (наприклад, SoilOptix) [5].

Застосування посіву зі змінною нормою також стимулює впровадження інноваційних технологій у сільському господарстві. Для реалізації цього методу необхідне використання GPS-навігації, датчиків, агрономічного програмного забезпечення та аналітики великих даних. Це, у свою чергу, сприяє цифровій трансформації аграрного сектору, підвищує кваліфікацію фахівців і відкриває нові можливості для ефективного управління ресурсами.

Отже, посів зі змінною нормою — це не лише шлях до підвищення економічної ефективності господарства, а й крок до сталого розвитку сільського господарства загалом. Його переваги відчутні як у короткостроковій перспективі, через зменшення витрат і підвищення врожайності, так і в довгостроковій — через збереження природних ресурсів і адаптацію до змін клімату.

Список використаних джерел

1. Pedersen S.M., Lind K.M. *Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives*. Cham: Springer International Publishing, 2017. 276 с.
2. Fulton J. Variable-rate seeding systems for precision agriculture // *Precision Agriculture for Sustainability* / ред. J. Stafford. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing Limited, Silsoe Solutions, 2019. С. 28–297.
3. Verbeten B. *Varying Corn & Soybean Populations, Varieties, & Down Force*. Ithaca: Cornell University Cooperative Extension, 2015.
4. Grisso R.B., Mark A., Wade T., David H., Roverson G.T. Precision Farming Tools: Variable-Rate Application. *Va. Coop. Ext.*, 2011. С. 1–7. Режим доступу: https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/47448/442-505_PDF.pdf (дата звернення: 17.02.2022).

5. Gunzenhauser B., Shanahan J., Lund E. Utilizing on-the-go soil sensing devices to improve management zones definition // *Crop Insights*. 2012. Т. 19. С. 1–4.

УДК 637.115

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ВИМЕНІ КОРОВИ ЗА ПОПАРНОЮ РОБОТОЮ ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА

Заболотько О.О. к.т.н. доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

За попарною роботою доїльного апарата ми маємо певний алгоритм підключення, роботи та зняття доїльних стаканів відповідних пар доїльного апарата. Динамічна модель вимені вказує на поділ вимені на ліву та праву половину, що створює передумови підключення вказаного доїльного апарата.

Поглиблене знання закономірностей основних фізіологічних функцій лактуючого організму високопродуктивних корів є основою у стимуляції молочної продуктивності а, отже, у підвищенні використання генетичного потенціалу тварини. Адекватне та ефективне доїння високопродуктивних корів полягає в тому, щоб найбільш доцільно використовувати фізіологічні реакції організму тварини та морфологічну будову вимені, які лежать в основі утворення молока і молоковіддачі, здоров'я тварини.

Динамічне моделювання вимені корови дає цінну інформацію про його механічну поведінку за різних фізіологічних умов і умов середовища. Завдяки інтеграції принципів біомеханіки, динаміки рідини та біології, ці моделі роблять значний внесок у вдосконалення практики молочного скотарства за рахунок покращення добробуту тварин, оптимізації продуктивності та запобігання хворобам вимені.

Рівень надою молочної корови знаходяться у прямій залежності від ємності вимені [1]. Вважається, що місткість вимені, як ознака, об'єктивно характеризує його залозисту структуру. Розрізняють фізіологічну (максимальний разовий надій) і анатомічну (місткість молоко-накопичувальної системи) ємність вимені [3]. Перша залежить від стану вимені (його інволюції, інтенсивності секреції), друга – від об'єму цистерн, розвитку альвеол, молочних ходів і протоків.

Оцінювання системи ощадного доїння корів необхідно враховувати вплив на соски вимені корів не лише таких ознак, як молочна продуктивність дійного стада, утримання соматичних клітин в молоці, динаміка молоковіддачі, пікова швидкість молоковіддачі та час доїння, але й приділяти увагу стану сосків вимені із врахуванням їх зв'язку з іншими ознаками [2].

Морфологічна будова вимені має складну біологічну модель, яка описано [3]. Сполучна тканина (строма) у молочній залозі виконує механічну, підтримуючу й захисну функції. У ній розміщуються кровоносні й лімфатичні судини та нерви. Проте, дехто вважає, що роль сполучної тканини, як опорної частини молочної залози, напевно чисто механічною функцією не обмежується,

оскільки через неї проходить потік рідин та обмін речовин між кровоносними судинами і секреторними клітинами молочної залози.

Сполучна тканина поділяє паренхіму на частки і часточки. Сполучнотканинна основа залози, як правило, є безпосереднім продовженням сполучнотканинного апарату черевної стінки й у жуйних переходить в область основи вим'я по обидва боки білої лінії черева. У корів вона проходить між правими і лівими частками вим'я і називається підвішуючою (підтримуючою) зв'язкою вим'я. Ця зв'язка, що складається із двох тісно розміщених листів жовтої черевної фасції, багата на еластичні волокна та поділяє вим'я на праву й ліву половину.

У кожній частині вим'я обидва листи підвішуючою зв'язки розходяться кожний на відповідну половину. Кровоносні судини й нерви обох половин вим'я через, цю зв'язку, мають численні анастомози, зовні молочна залоза підтримується поверхневою фасцією, яка є продовженням поверхневої черевної.

Таким чином бічна зв'язка сполучається з підвішуючою зв'язкою, що дозволяє утримувати вим'я в певному положенні під час руху та доїння корів. Різниця в еластичності бічних і підтримуючих зв'язок при наповненні вим'я молоко сприяє більшому його розширенню у горизонтальному напрямі, ніж у вертикальному.

Високопродуктивні корови для продукування 50 літрів молока корові необхідно пропустити через вим'я 25 000 літрів крові [5].

Високопродуктивні дійні корови можуть носити підтримують реміні для вимені, які зменшують розтягування поверхні вимені. Ремінці або (вільно пов'язані) «бюстгальтери» впливають на благополуччя і здоров'я тварин. Що корисно для молочного залози, в тому числі для елітної худоби. Часто тварину з високою генетичною цінністю вибраковують, так як вона не може давати молоко протягом ще 1 або 2 лактацій через слабкість зв'язок вимені. Таким чином, механічна підтримка вимені може сприяти довголіттю тварин [6].

Побудова динамічної моделі вимені дозволить вибрати правильну послідовність: підключення, роботи та зняття пар доїльних стаканів доїльного апарата. Сприяє покращенню біотехнічних властивостей доїльного апарата для доїння високопродуктивних корів. Складність динамічної моделі вимені можна описати, через біомеханіку суцільного середовища, як статично невизначуваних системах з додатковими в'язями.

Основними методами розрахунку статично невизначуваних систем є метод сил і метод переміщень, у яких за вихідні (зайві) невідомі приймаються відповідно зусилля або переміщення. Метод [4], що ґрунтується на виборі однієї частини невідомих у вигляді зусиль, а іншої – у вигляді переміщень. Головні труднощі при розрахунку статично невизначуваних систем з високим ступенем статичної невизначеності полягає у необхідності складання й розв'язування систем рівнянь з великою кількістю невідомих. Крім зазначених аналітичних методів при розрахунку особливо складних систем використовуються різноманітні чисельні методи.

Отже, для створення динамічної моделі вимені використаємо основні

закони механіки, як статично невизначуваних систем з додатковими в'язями.

Список використаних джерел

1. Луценко М. Дослідження процесу доїння корів у спеціалізованих доїльних залах [текст] / М. Луценко, Д. Зволейко // Техніка і технології АПК. – 2012. – №9 (36). – С. 31–34.
2. Палій А. П. Інноваційні основи одержання високоякісного молока : монографія [текст] / А. П. Палій. – Х. : Міськ. друк. – 2016. – 270 с.
3. Костенко В.І. Фізіологія лактації [підручник] / В. І. Костенко. – К.: - ФОП Ямчинський О.В. – 2020. –289 с.
4. Куценко А.Г. Біомеханіка суцільного середовища: [монографія] / А.Г. Куценко, С.М. Бондар, В.М. Пришляк – К.: НУБіП України, 2014. – 512с.
5. Milk production, a cow's daily challenge (англ.). DeLaval. 2013 //Електронний ресурс / <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
6. Бразилія: в центрі уваги оригінальний метод підтримки вимені корови //Електронний ресурс/ <https://www.vetfactor.com/ua/news/braziliya-v-tcentri-uvagi-originalnii-metod-pidtrimki-vimeni-korovi>

УДК 631.46

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІЖРЯДНОГО КУЛЬТИВАТОРА KVERNELAND ONYX

**Булига О.С., Гунько К.В., Дорошенко Т.О., Сліпцов О.Ю. здобувачі ВО,
Кириченко Р.В. к.т.н. доцент**

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто конструктивні особливості міжрядного культиватора Kverneland Onyx, призначеного для механічного прополювання зернових та просапних культур з міжряддям від 12,5 до 80 см. Описано модифікації культиватора, типи робочих органів та можливості автоматизованого керування за допомогою систем GEOCONTROL та ISOBUS.

Міжрядний культиватор Kverneland Onyx (рис. 1, а) призначений для механічного прополювання зернових та просапних культур при ширині міжрядь від 12,5 см до 80 см. Культиватори цієї моделі представлені у трьох варіантах [1]:

Onyx 2000 та Onyx 2000F – з стандартною навіскою для трактора або системою Lynx;

Onyx 3000 та Onyx 3000F – з короткою триточковою навіскою, що забезпечує прополку міжрядь шириною від 12,5 см;

Onyx 4000F – з інтегрованою системою Lynx для автоматичного ведення по рядках з шириною захвату понад 9 м.

Подвійна Н-подібна рама культиватора (рис. 1, б) забезпечує міцність та фіксацію прополювальних секцій, збільшуючи силу проникнення та рівномірно розподіляючи навантаження на стійки. Універсальна рамна система UF System

дозволяє легко регулювати відстань між секціями. Гідравлічні та електричні інтерфейси, виконані за технологією «push-pull», розташовані в легкодоступних місцях для зручного обслуговування.

Опорні колеса (два або чотири) розташовані перед середньою балкою рами та на зовнішніх крилах, що забезпечує оптимальне копіювання поверхні поля та стабільність роботи. Глибина обробітку налаштовується механічно за допомогою рукоятки, а шкала на механізмі дозволяє точно встановити задані параметри.

Культиватор Kverneland Onyx може оснащуватися різними робочими органами для адаптації до різних агротехнічних умов. Основні компоненти:

А-подібні плоскорізальні або L-подібні бічні леза-бритви (рис. 1, в) забезпечують точне підрізання бур'янів і зберігають вологість ґрунту;

S-подібні SC-стійки DF (рис. 1, г) або стійки HDF сприяють глибшому обробітку ґрунту з вібраційним ефектом.

Додаткове обладнання включає пальцеві прополювачі, бічні пластини, пальцеві борінки та диски. Також можливе встановлення гребенеутворювача для спрямування ґрунту безпосередньо від рядка.



Рис. 1. Міжрядний культиватор Kverneland Onyx: а – загальний вигляд; б – секція культиватора; в – стійка з А-подібними плоскорізальними і L-подібними бічними лезами-бритвами; г – S-подібні SC-стійки

Kverneland Onyx підрізає коріння бур'янів якомога ближче до культурних рослин, не пошкоджуючи посіви, забезпечуючи прямолінійну траєкторію в посівному ряду. Крім того, руйнування «ґрунтової кірки» після дощу сприяє кращому проростанню насіння та відновленню водно-повітряного обміну у ґрунті. Створення ізолювального шару, який запобігає капілярному підйому вологи на поверхню, сприяє збільшенню запасів води в ґрунті.

Культиватор підтримує функцію GEOCONTROL та сумісність з ISOBUS, що забезпечує автоматичне підняття та опускання секцій за допомогою гідравліки. Управління здійснюється через термінал IsoMatch Tellus PRO або Tellus GO+ з кольоровим сенсорним екраном. Дві камери дозволяють точно вести трактор без пошкодження посівів.

Завдяки системі GPS трактор рухається точно по рядках, що забезпечує

високу ефективність міжрядної культивації. Підрізання бур'янів максимально близько до рослин без їх пошкодження сприяє збереженню вологості та структури ґрунту, запобігає капілярному підйому вологи та формує ізолювальний шар, що покращує водний баланс ґрунту.

Висновок.

Застосування міжрядного культиватора Kverneland Onyx дозволяє ефективно проводити міжрядну обробку зернових та просапних культур з міжряддям від 12,5 до 80 см. Завдяки міцній рамі, різним робочим органам та автоматизованому керуванню (GEOCONTROL, ISOBUS) культиватора забезпечує точність обробітку та збереження ґрунтової структури без пошкодження культурних рослин.

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Частина 1. Книга 2. Культиватори: Навчальний посібник / [Р.В. Кириченко, М.В. Бакум, О.В. Козаченко, В.І. Пастухов, А.Д. Михайлов, М.М. Крекот, О.Б. Козій, М.М. Абдуєв] за редакцією Р.В. Кириченка і М.В. Бакума. – Харків: ДБТУ, 2024. – 338 с.

УДК 631.5, 635.21

ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МАТІВ МІНЕРАЛЬНОЇ БАЗАЛЬНОЇ ВАТИ ЯК МУЛЬЧУВАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

**Мельник О.В.¹, д.с.н., ст.н.с.,
Кириченко Р.В.², к.т.н., доц., Бакум М.В.², к.т.н., доц.,
Лубченко О.В.², здобувач ВО ступеня доктора філософії**

¹*Інститут овочівництва і багданництва НААН*

²*Державний біотехнологічний університет*

Представлено спосіб вирощування картоплі під шаром мульчі з відпрацьованих матів мінеральної базальної вати, який забезпечує оптимальний температурно-вологісний режим, підвищує урожайність на 33,9 % порівняно з традиційним способом і знижує собівартість за рахунок повторного використання матеріалу.

Традиційний спосіб вирощування картоплі у сучасних економічних умовах є не лише трудо- та енергоємним, але й, зважаючи на кліматичні зміни, часто не гарантує отримання повноцінного врожаю високоякісної картоплі [1].

У сучасних умовах виробництва дедалі більшого поширення набуває спосіб вирощування картоплі на поверхні ґрунту під шаром мульчувального матеріалу завтовшки 20...25 см [2]. Як мульчувальний матеріал найчастіше використовують соломку зернових культур [3].

Застосування цього способу сприяє поліпшенню мікроклімату в насадженнях, зменшенню випаровування вологи з ґрунту та обмеженню розвитку бур'янів [4]. За критичних погодних умов даний спосіб забезпечує

гарантоване отримання повноцінного врожаю бульб картоплі товарної фракції.

Проте цей спосіб характеризується інтенсивним розвитком мікробіологічних процесів, що відбуваються під час розкладання органічних матеріалів (соломи) на межі ґрунту та шару мульчі. За цих умов активізуються процеси нітрифікації, що може призводити до азотного голодування рослин на початкових етапах їх росту та розвитку. Це зумовлює необхідність додаткового застосування азотних добрив для підживлення сходів або використання мікробіологічних препаратів, які прискорюють деструкцію рослинних решток. Крім того, органічні рештки (солома), як мульчувальний матеріал, характеризуються низькою щільністю, що призводить до недостатньої термо- та гідроізоляції поверхні ґрунту.

У сучасному сільськогосподарському виробництві для вирощування рослин гідропонним способом широко застосовують сучасний високоякісний субстрат – мінеральну базальтову вату у вигляді матів і кубиків [5]. Цей матеріал складається з базальту, вапняку та коксу, скручених у волокна, завдяки чому мати та кубики з мінеральної вати тривалий час зберігають свою форму та стабільність. Мінеральна вата містить залізо, мідь і цинк, що можуть засвоюватися рослинами. Вона характеризується низькою щільністю ($0,1 \text{ г/см}^3$), низькою теплопровідністю, високою шпаруватістю (98 %) і вологостійкістю. Мінеральна базальтова вата легка, інертна, має нейтральний рН, але з часом у ній накопичуються патогени, що знижують ефективність вирощування овочевих культур. Такі мати дезінфікують і повторно використовують для гідропонного вирощування овочів або частіше утилізують. При цьому мати з мінеральної базальтової вати зберігають свої геометричні розміри, форму, низьку щільність, теплопровідність, високу шпаруватість і вологостійкість. Ці характеристики особливо важливі для матеріалів, що застосовуються в рослинництві для мульчування посівів в екстремальних погодних умовах.

Метою роботи є створення на поверхні поля під шаром мульчувального матеріалу оптимальних умов температури та вологості для формування столонів і бульб картоплі протягом усього періоду вирощування в умовах кліматичних змін шляхом використання більш ефективного мульчувального матеріалу.

Для досягнення мети застосували відпрацьовані мати мінеральної базальтової вати, що використовується для вирощування овочів гідропонним способом, як мульчувального матеріалу для накривання картоплі, висадженої на поверхні ґрунту.

Садіння картоплі здійснюють серійними картоплесаджалками, сошники яких налаштовують таким чином, щоб бульби висаджувалися рядками на поверхню поля без загортання в ґрунт. Висаджені бульби покривають шаром мульчувального матеріалу, який формується з відпрацьованих матів мінеральної базальтової вати, що щільно укладаються по всій поверхні засадженого поля шаром завтовшки не менше ніж 5 см. Такий шар мінеральної базальтової вати надійно захищає столони та молоді бульби, що формуються на поверхні поля, від впливу сонячного випромінювання. Водночас цей шар сприяє збереженню ґрунтової та дощової вологи, а також забезпечує її додаткове надходження за

рахунок конденсації водяної пари під ватою через перепад денних і нічних температур повітря.

Догляд за висадженою картоплею в умовах запропонованої технології полягає переважно у захисті рослин від шкідників та хвороб шляхом обприскування інсектицидами та фунгіцидами. Коренева система картоплі, висадженої на поверхні, проникає у ґрунт, забезпечуючи ріст пагонів, які проростають через шар мінеральної базальтової вати у вигляді стебел куща. Столони, на яких формуються бульби, також розвиваються на поверхні ґрунту під шаром мульчі. Шар мінеральної базальтової вати, завдяки своїй низькій щільності, теплопровідності, високій шпаруватості та вологоємності, підтримує оптимальний температурний режим та рівень вологості ґрунту, що забезпечує рівномірний розвиток бульб і сприяє формуванню високих урожаїв якісної картоплі.

Збирання картоплі, вирощеної за запропонованою технологією, передбачає попереднє видалення матів мінеральної вати з рядків картоплі, після чого бульби підбирають з поверхні ґрунту. Використання картоплекопачів під час збирання, навіть на важких ґрунтах, не призводить до травмування бульб, оскільки для їх повного підбирання достатньо заглиблення викопуючих органів на 1...2 см. Це значно зменшує навантаження на збиральні машини, знижуючи енерговитрати та ризик травмування врожаю.

Ефективність даного способу визначали в польових умовах відповідно до положень «Методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві» [6]. Дослідження проводили з чотириразовою повторністю, облікова площа ділянки становила 12 м², а схема садіння – 70х25 см.

Відпрацьовану мінеральну базальтову вату у вигляді матів розкладали шаром завтовшки не менше ніж 5 см на поверхню поля після висаджування картоплі. Як еталон використовували варіант із застосуванням пшеничної соломи як мульчувального матеріалу шаром 20...25 см. Контрольним був варіант традиційного способу вирощування картоплі без мульчування.

Мінеральні добрива вносили перед садінням картоплі у кількості N₉₀P₉₀K₉₀. Зрошення здійснювали краплинним методом, підтримуючи вологість ґрунту на рівні 70...80 % найменшої вологоємності (НВ). Норма поливу – 80...120 м³/га.

Протягом вегетаційного періоду здійснювали моніторинг добової динаміки температури та вологості під шаром мульчі. Урожайність визначали шляхом загального обліку на дослідних ділянках.

За результатами досліджень встановлено, що запропонований спосіб забезпечує середню температуру в зоні розвитку бульб на 6,6°C нижчу порівняно з контрольним варіантом і практично не поступається еталону (табл. 1). При цьому амплітуда добових коливань температури за використання мінеральної базальтової вати становить 3,9°C, тоді як в еталоні – 7,1°C, а в контрольному варіанті – 18,1°C.

Таблиця 1 - Вплив мульчування на температурний та вологісний режим у зоні формування бульб картоплі

№	Дослідний варіанти	Температура, °C	Відносна вологість, %

п/п		коливання впродовж добы	середня	коливання впродовж доби	середня
1	Без мульчування (контроль)	14,6...32,7	27,7	25,3...73,3	41,3
2	Солома (еталон)	16,1...23,2	20,7	62,7...90,5	76,4
3	Мінеральна базальтова вата (запропонований варіант)	18,7...22,6	21,1	79,2...96,2	88,3

Крім того, відзначено високий рівень відносної вологості під шаром мінеральної базальтової вати – на 11,9 % вищий порівняно з еталоном та на 47 % вищий порівняно з контролем. Добові коливання цього показника за запропонованого способу становлять 17,0 %, у еталоні – 27,8 %, а в контрольному варіанті – 48,0 %.

Формування сприятливого мікроклімату в насадженнях картоплі за використання мульчувальних матеріалів забезпечило оптимальні умови для столоно- та бульбоутворення, що позитивно вплинуло на урожайність. Зокрема, на ділянках із мульчуванням соломою урожайність зросла на 17,2 %, а на ділянках із застосуванням відпрацьованої мінеральної базальтової вати – на 33,9 % порівняно з контрольним варіантом (табл. 2).

Таблиця 2 - Вплив мульчування на урожайність бульб картоплі

№ п/п	Дослідний варіанти	Урожайність	
		т/га	у % до контролю
1	Без мульчування	18,6	-
2	Солома	21,8	+17,2
3	Мінеральна базальтова вата	24,9	+33,9

Висновки.

Застосування відпрацьованих матів мінеральної базальтової вати, що використовуються для вирощування овочів гідропонним способом, як мульчувального матеріалу для накривання картоплі, висадженої на поверхню поля, забезпечує формування оптимального мікроклімату (температури та вологості) для розвитку стонів і бульб картоплі. Це сприяє підвищенню урожайності на 6,3 т/га порівняно з традиційним способом вирощування та на 3,2 т/га порівняно з вирощуванням на поверхні поля під шаром соломи.

Можливість повторного використання відпрацьованої мінеральної базальтової вати, що застосовувалася для гідропонного вирощування овочів, здешевлює процес вирощування картоплі та частково вирішує проблему утилізації мінеральних матеріалів овочевих виробництв. До весняного періоду на овочевих фабриках накопичується значна кількість відпрацьованих матів базальтової вати, які придатні для використання як мульчувальний матеріал. Це дозволяє впроваджувати запропонований спосіб, що сприяє підвищенню обсягів виробництва картоплі при одночасному зниженні її собівартості.

Список використаних джерел

1. Вирощування картоплі (рекомендації) / В.О. Муравйов, О.В. Мельник, Н.Г. Духіна та ін. Харків: ІОБ НААНУ. 2019. 40 с.
2. Обґрунтування вирощування картоплі за технологією Streep Till / В.І. Пастухов, Р.В. Кириченко, М.В. Бакум, М.М. Крекот, О.М. Могильна, О.В. Мельник, В.В. Калашник, В.І. Михайлін // Інженерія природокористування. - 2020. - № 2 (16). - С. 25-32.
3. Energy-efficient and ecologically friendly technology for growing potatoes under straw mulch / V. Pastukhov, O. Mogilnay, M. Bakum, O. Melnyk, I. Grabar, R. Kirichenko, M. Krekot, H. Tesliuk, V. Boiko, I. Sysenko // Ukrainian Journal of Ecology. - 2020. - Vol. 10, Issue 1. - С. 317-324. - DOI 10.15421/2020_50.
4. Potato growth in moisture deficit conditions / V. Pastukhov, O. Mogilnay, M. Bakum, I. Grabar, O. Melnyk, R. Kyrychenko, M. Krekot, O. Vitanov, A. Mozgovska, A. Pastushenko, O. Semenchenko // Ukrainian Journal of Ecology, 2021, 11 (2), P. 184-190, doi: 10.15421/2021_97.
5. Переваги використання мінеральної вати для вирощування рослин. URL: <https://www.volynpost.com/news/132186-perevagy-vykorystannia-mineralnoi-vaty-dlia-vyroschuvannia-roslyn>).
6. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / Г.Л. Бондаренко, К.І. Яковенко // Х.: Основа, 2001. 368 с.

УДК 631.331

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ УЩІЛЬНЕННЯ БОРОЗНИ НА СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Кириченко Р.В., к.т.н., доц.,

Лубченко Є.В., здобувач ВО ступеня доктора філософії,

Вініченко Б.Е., Красін К.І. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

Наведено результати лабораторно-польових досліджень з використанням експериментального сошника та прикочувального котка для визначення впливу ущільнення на твердість ґрунту і схожість насіння озимої пшениці. Отримані результати свідчать про доцільність застосування прикочувальних котків, що забезпечують оптимальне ущільнення посівного шару, підвищуючи схожість насіння на 3,8 %.

Головною метою системи заробки насіння є створення умов для отримання з висіяного насіння максимальної кількості якісних сходів, тобто забезпечення максимальної польової схожості. На схожість насіння впливають такі ґрунтові фактори: вологість, щільність та структура кореневого, насінневого і паросткового ґрунтових шарів. Досягнення оптимальних показників цих факторів пов'язане з вирішенням низки технологічних завдань [1].

Рівень ущільнення ґрунту після проходу сівалки є важливим чинником, що

безпосередньо впливає на схожість насіння та подальший розвиток рослин. Оптимальне ущільнення сприяє забезпеченню доброго контакту насіння з ґрунтом, що покращує капілярний підйом вологи та забезпечує сприятливі умови для проростання. Водночас надмірне ущільнення призводить до зниження повітропроникності ґрунту, що обмежує доступ кисню до кореневої системи та затримує проростання насіння. У таких умовах можуть розвиватися анаеробні процеси, які негативно впливають на ґрунтову мікрофлору.

Негативні наслідки надмірного ущільнення включають зниження активності корисних мікроорганізмів, відповідальних за мінералізацію органічних речовин та трансформацію азоту в доступні для рослин форми. Це призводить до дефіциту елементів живлення та уповільнення росту і розвитку рослин. Окрім того, високий рівень ущільнення може спричинити погіршення водопроникності ґрунту, що підвищує ризик застою води на поверхні, а також утворення ґрунтової кірки після дощів, яка додатково ускладнює проростання сходів.

Таким чином, оптимізація ущільнення ґрунту під час сівби є важливою умовою забезпечення високої польової схожості та продуктивності агроценозу.

Для забезпечення кращого контакту висіяного насіння з ґрунтом на сівалках використовують прикочувальні котки, які встановлюються після сошників. Котки можуть бути металевими або пневматичними, а за формою ободу – циліндричними, клиноподібними, конічними з вигнутими та ввігнутими профілями [2].

До недоліків металевих прикочувальних котків слід віднести залипання їх робочих органів під час роботи в умовах підвищеної вологості ґрунту. Під час зимових відлиг у борозенках накопичується вода, яка після замерзання може призвести до загибелі рослин.

Цього недоліку позбавлені котки з пневматичними робочими органами низького тиску або шинами атмосферного тиску – шинами, внутрішня порожнина яких спеціальними отворами з'єднана з атмосферою. Завдяки цьому та пружним властивостям гуми вони легко сплющуються в зоні контакту з поверхнею борозни та швидко повертають первісну форму, що забезпечує самоочищення від залипання ґрунтом. Такі котки менше залипають при роботі в умовах підвищеної вологості, тому є найпоширенішими на вітчизняних і зарубіжних сівалках.

Використання на сучасних конструкціях сівалок прикочувальних котків з регульованими системами тиску на ґрунт дозволяє адаптувати посівний процес до різних ґрунтово-кліматичних умов, забезпечуючи стабільність і ефективність агротехнічних операцій.

Для оцінки впливу ущільнення посівної борозни на схожість насіння озимої пшениці були проведені лабораторно-польові дослідження.

Дослідження включало два варіанти:

1-ий варіант – висів та заробка насіння експериментальним сошником з вирізним диском [3];

2-ий варіант – висів та заробка насіння із використанням того ж сошника,

проте додатково оснащеного прикочувальним котком, який встановлювався позаду сошника та виконував функцію ущільнення ґрунту в зоні висіву (рис. 5). (рис. 1).

Посів насіння для двох варіантів проводився при швидкості руху сівалки від 1,6 до 3,4 м/с.

Визначення умов роботи зароблюючих робочих органів зернової сівалки, розбиття дослідних ділянок та оцінку показників висіву проводили у відповідності до СОУ 74.3-37-129:2004 [4].



Рис. 1. Посів та заробка насіння експериментальним сошником з прикочувальним котком

Для визначення твердості ґрунту в борозенках використовувався твердомір конструкції Ю.Ю. Ревякіна, який дозволяв отримати об'єктивні дані про щільність ґрунту після проходження посіву (рис. 2, а). Вимірювання проводилися у верхньому шарі ґрунту (0...5 см) із виконанням трьох повторних вимірювань для забезпечення статистичної надійності отриманих результатів. Дослідження виконувалися на середньосуглинковому ґрунті з вологістю 14,2 % у верхньому шарі (0...5 см) та 16,8 % у глибшому шарі (5...10 см).

При вимірі твердості ґрунту в посівній борозні твердоміром конструкції Ревякіна були отримані діаграми, які представлені на рисунку 2, б.

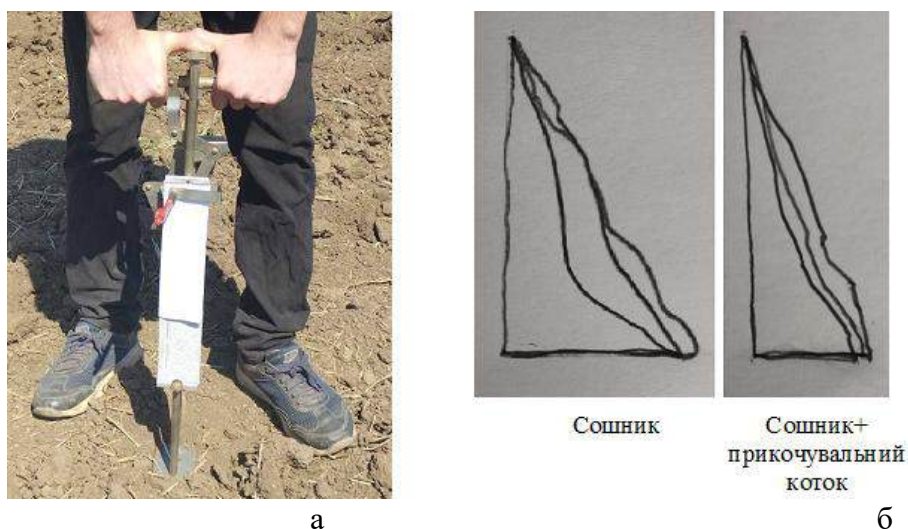


Рис. 2. Визначення твердості ґрунту: а - твердомір конструкції Ю.Ю. Ревякіна; б – діаграми твердості

Результати вимірювань твердості ґрунту в посівній борозні твердоміром конструкції Ю.Ю. Ревякіна при посіві та заробці насіння експериментальним сошником і посіві та заробці насіння експериментальним сошником з послідуочим прикочуванням борозни наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати вимірювань твердості ґрунту в посівній борозні

Твердість ґрунту	Швидкість руху, м/с				
	1,6	2,05	2,5	2,95	3,4
Висів та заробка насіння лише експериментальним сошником ρ , МПа	0,92	0,88	0,82	0,74	0,62
Висів та заробка насіння із подальшим ущільненням борозни прикочувальним котком ρ , МПа	0,96	0,93	0,89	0,84	0,77

За результатами проведених вимірювань було встановлено залежність твердості ґрунту ρ у посівній борозні від швидкості руху сівалки V . Отримані залежності представлені у вигляді графіків (рис. 3) для двох варіантів посіву.

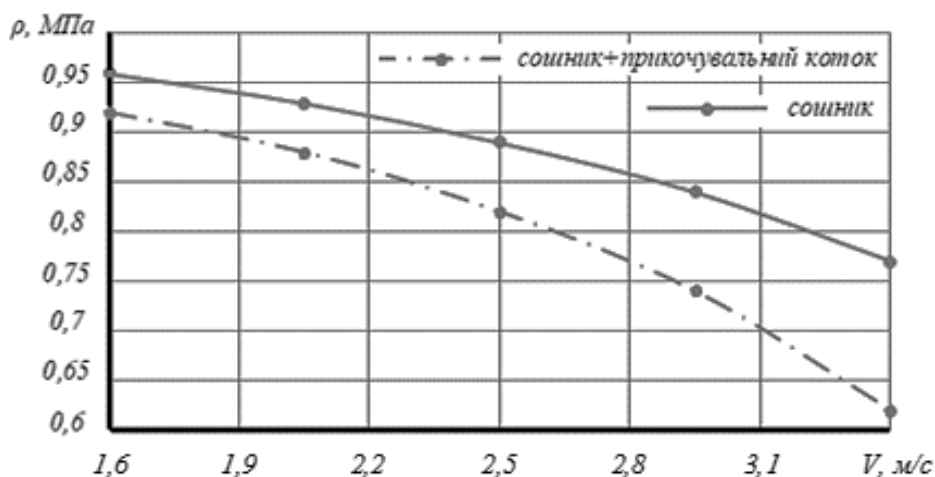


Рис. 3. Залежність твердості ґрунту ρ у посівній борозні від швидкості руху сіялки V

Аналіз отриманих даних (рис. 3) показує, що твердість ґрунту у посівній борозні при використанні експериментального сошника з прикочувальним котком є вищою порівняно з варіантом, коли застосовувався лише сошник. Окрім цього, зменшення твердості ґрунту зі збільшенням швидкості руху сіялки у варіанті з прикочуванням є більш плавним, що свідчить про рівномірніше ущільнення посівного шару.

Висновок.

Встановлено, що схожість насіння значною мірою залежить від твердості ґрунту в зоні висіву. Результати досліджень показали, що використання експериментального сошника у поєднанні з прикочувальним котком сприяє підвищенню схожості насіння озимої пшениці на 3,8 % у порівнянні з варіантом, коли ущільнення борозни не виконувалося. Це підтверджує доцільність застосування ущільнення ґрунту для покращення умов проростання насіння.

Список використаних джерел

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1, Ч.2. Машини для сівби та садіння: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. Харків: Око, 2002. 452 с.
2. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Посівні машини: навч. посібник / М.В. Бакум та ін.; за ред. М.В. Бакума. Харків: ХНТУСГ, 2005. 332 с.
3. Пат. 156689 Україна, МПК А01С7/20. Дводисковий сошник для ресурсозберігаючих технологій посіву зернових культур / М.В. Бакум, Р.В. Кириченко, Є.В. Лубченко, О.В. Лубченко, О.І. Завгородній, Т.О. Сичова, А.І. Сичов, М.М. Крекот, О.В. Сіняєва; власник Держ. біотехнол. ун-т. - № u202400597; Заявл. 05.02.2024; Опубл. 24.07.2024, Бюл. № 30. 5 с.
4. СОУ 74.3-37-129:2004 Випробування сільськогосподарської техніки. Машини посівні. Методи випробувань / М. Собчук, В. Погорілий, Л. Шустік та ін. К.: Мінагрополітики України, 2006. 86 с.

УДК 631.8

ВПЛИВ ДОЗИ І СПІВВІДНОШЕННЯ ОРГАНІЧНИХ І МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ

Галич І.В. к.т.н. доцент, Лук'яненко О.В., Рева Ю.В. аспіранти

Державний біотехнологічний університет

У статті показані загальні агрохімічні показники зрошуваних сіро-бурих ґрунтів, вплив органічних та мінеральних добрив на вміст білка, клейковини та родючність.

Основні поживні речовини, які люди використовували з давніх часів, були основою зернових [1]. Пшениця є одним із трьох найбільш часто використовуваних зернових у світі: кукурудза, пшениця, рис [3]. Загалом пшениця та її продукти є основою базового стану харчування у 43 країнах, включаючи майже 1 мільярд населення. Легка адаптація цієї рослини до кліматичних умов, щодо комфортні умови посадки та догляду, а також її висока поживна цінність дозволяють охоплювати широкий спектр світової сільськогосподарської системи [5].

Експерименти проводилися в 4 повторних, 8 варіантах, площа кожної ділянки становила 50 м, на основі «Методики постановки польових експериментів» Досієхова [6]. В експерименті використовувалися соляний розчин амонію, простий суперфосфат, калій-сульфат та біогумус (ЕСО). Річна норма фосфору, калію та біогумусу (ЕСО) була дана у вигляді підживлення на початку весни, тоді як 30 % річної норми азоту перед посівом, решта 70 % азоту ранньою весною у вигляді підживлення. А в тих випадках, які дають біогумус (ЕСО), азотне добриво розсипають восени. Загалом, комплексне внесення органічних та мінеральних добрив створює оптимальний режим харчування для рослин, покращує агрохімічні та агрофізичні властивості ґрунту, а також запобігає ослабленню ґрунту для майбутніх посівів.

Кожен рік перед посівом були проведені агрохімічні аналізи ґрунту глибиною 0-25; 25-50; рухомого фосфору по Тюріну та Конановій. Загальний гумус коливається між 1,2-0,9%, загальний азот 0,11-0,08% загальний фосфор 0,11-0,08%. Легкозасвоювані форми основних поживних речовин (азот, фосфор і калій) також відрізнялися залежно від глибини. Залежно від глибини азоту, що легко гідролізується, на глибині 0-25 см в 1 кг ґрунту коливається від 35-45 мг, рухомий фосфор (P_2O_5) 7,8-9,5 мг, а обмінний калій 118-240 мг [7].

Під час досліджень сіро-бурі ґрунти мали високі лужні властивості. Таким чином, рН коливався між 87-89 в залежності від глибини. Кількість кальцію-карбонату ($CaCO_3$) була різною залежно від глибини. Вміст кальцію-карбонату на глибині 0-25 см складає 13,0-14,5%, на глибині 25-50 та 50-70 см становить 15,0-16,0 %. Як видно, верхній шар середньо карбонатні, а нижній шар висококарбонатний. Як видно з результатів досліджень, азот, що легко гідролізується, коливається в межах 38,0-41,5 мг на 1 кг ґрунту, рухомий фосфор-13,6-16,5 мг, а обмінний калій-245-276 мг. Як видно в нижніх шарах форми

поживних речовин, що легко засвоюються, поступово знижуються.

Основними якісними показниками зерна вважаються кількість білка та сирової клейковини. Дослідження багатьох дослідників показують, що показники продуктивності пшениці та технологічні якості зерна залежить від біологічних особливостей сорту, ґрунтового-кліматичних умов, кількості поживних речовин, що легко засвоюються в ґрунті, норми, пропорції та застосування добрив. Правильне внесення мінеральних та органічних добрив за дотримання агротехнічних правил дозволяє отримувати продукцію високої якості. Одним із важливих факторів для отримання високих урожаїв є розробка та застосування правильної системи добрива, яка має відношення до потенційної продуктивності сорту. При застосуванні органічних та мінеральних добрив як спільно так і поодиноці спостерігалася помітна відмінність у масі 1000 насінин. Відсотковий вміст клейковини при природній родючості становить 20,24 %, а при застосуванні лише азотного добрива 26,79 %. Кількість білка варіювала між 10,51-12,79% залежно від добрив. При внесенні азотного добрива вміст білка збільшився до 11,81 % порівняно з природною родючістю. Результати дослідження показали, що мінімальне збільшення склало 11,20% в одному біогумусі, а найвище збільшення у варіанті N120P60K60 на 12,79%.

Врожайність пшениці залежить від запасів основних поживних речовин, які у ґрунті. На думку авторів, норми добрив мають бути визначені залежно від потенційної продуктивності пшениці, запасів форм поживних речовин, що легко засвоюються, у ґрунті [4].

Було зроблено висновок, що при застосуванні лише біогумусу на зрошуваних сіро-бурих ґрунтах урожайність у порівнянні з природною родючістю збільшилася. Найкращі врожаї були отримані у варіантах добрив N120P60K60, N150P60K60 та Біогумусі (ЄСО) 1т/га+ N45P30K30, відповідно 65,66; 64,73 та 61,78 ц/га.

Список використаних джерел

1. Altan, A. (1986). *Tahıl İşleme Teknolojisi*. Adana: Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Otölyesi. 107 с.
2. Babayev, M. P., Həsənov, V. H., Cəfərova, Ç. M., Hüsçynova, S. M. (2011). *Azərbaycan torpaqlarının morfogenetik diaqnostikası, nomenklaturası və təsnifatı*. Bakı: Elm. 448 с.
3. FAO. (2012). *Food Agricultural Organisation* [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>
4. Gül, İ. (2008). Kimyasal gübre, Ahır gübresi Ve Bazi Toprak Düzenleyicilerin Tohum Verimi Üzerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı*. Erzurum: Ziraat Fakültesi Ofset Otölyesi. С. 65–71.
5. Tosun, M., Demir, İ., Yüce, S., Sever, C. (1997). Buğdayda protein kullanımı. У: *Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı*. Samsun: Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Otölyesi. С. 713.
6. Мовсумов, З. Р. (2006). Наукові основи ефективності елементів живлення та їх баланс у системі чергування культур. Баку: Елм. 245 с.

Секція 3

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ
МАШИННО-ТРАКТОРНОГО
ПАРКУ**

УДК 631.3

МЕТОДИКА ПЕРЕВІРКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПОВОРОТУ МТА
НА АДЕКВАТНІСТЬ

Жокін І.О. аспірант, Надикто В.Т. д.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

Метою публікації є апробація методики перевірки на адекватність математичної моделі повороту тримашиного посівного агрегату. У якості оцінювального критерію прийнято коефіцієнт статистичних залишків. Математична модель визнається адекватною за умови, коли значення цього коефіцієнта знаходяться у діапазоні [-2; +2].

Склад, конструкція і теоретичні аспекти статичного повороту тримодульного (тримашиного) агрегату на основі трактора серії ХТЗ-160 викладені у роботі [1]. Згідно даних теоретичного дослідження мінімальний радіус повороту даного МТА (R_a) репрезентує наступна залежність:

$$R_a = \frac{L}{\operatorname{tg}(1.014\alpha - 0.014)}, \quad (1)$$

де L – баз трактора, м; α – кут повороту керованих коліс трактора, град. У процесі математичного моделювання значення цього параметру змінювали в діапазоні 5-30° з кроком 5°.

Алгоритм розв'язку поставленої задачі полягав у наступному:

- 1) для кожного фіксованого значення параметра α за формулою (1) розраховували теоретичне значення радіусу повороту МТА (R_a);
- 2) у польових умовах за цих же значень кута повороту керованих коліс трактора фіксували реальне значення радіусу повороту агрегату (R_e);
- 3) за отриманими даними знаходили різницю $\Delta = R_e - R_a$;
- 4) для значень Δ розраховували середнє квадратичне відхилення (СКВ);
- 5) розраховували значину коефіцієнта статистичних залишків: $k = \Delta/\text{СКВ}$;
- 6) перевіряли відповідність значення k діапазону [-2; +2].

Результати розрахунків представлені у таблиці 1 і на рис. 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунку коефіцієнта статистичних залишків

α , градус	R_a , м	R_e , м	$\Delta = R_e - R_a$, м	СКВ, $\pm$ м	$k = \Delta/\text{СКВ}$
5	38,3	38,8	0,5	0,38	1,32
10	17,4	17,0	-0,4		-1,05
15	11,1	11,5	0,4		1,05
20	8,1	7,9	-0,2		-0,53
25	6,3	6,0	-0,3		-0,79
30	5,0	5,1	0,1		0,26

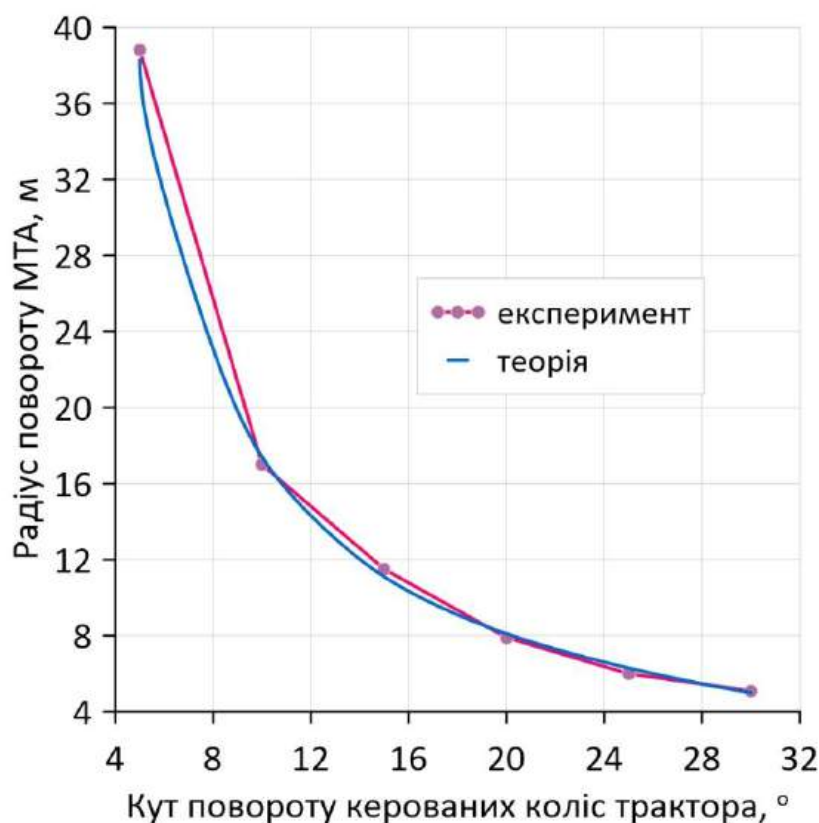


Рис. 1. Теоретична і експериментальна залежності радіусу повороту тримашинного посівного агрегату від кута повороту керованих коліс трактора

Порівняльний аналіз теоретичних і експериментальних значень параметрів R_a і R_e (рис. 1) показав, що у якісному плані залежності $R_a = f(\alpha)$ і $R_e = f(\alpha)$ є ідентичними. Проте інтенсивність цього процесу не однакова. Згідно з методикою [2] за збільшення кута α від 5 до 11° зменшення значень R_a і R_e є більш інтенсивним.

Аналіз даних таблиці 1 засвідчує що значення коефіцієнта статистичних залишків (k) знаходяться у діапазоні від $-1,05$ до $+1,32$. А це означає, що виконується наступна умова:

$$-2 < k < 2. \quad (2)$$

Виконання умови (2) вказує на те, що розроблена математична модель повороту тримашинного посівного машинно-тракторного агрегату, репрезентована розробленою відповідною системою рівнянь, є адекватною. З огляду на це адекватними, а тому не потребують практичного підтвердження, є і всі ті результати, які випливають із розрахунків за вказаною моделлю.

Список використаних джерел

1. Findura, P., Kollarova, K., Nadykto, V., Kyurchev, V. & Zhokin, I. Turning Research of a Sowing Unit Based on Reversible Tractor. *Acta Technologica Agriculturae*, 2024. V. 4. P. 194–202.
2. Надикто В.Т., Величко О.В. Означення точки оптимуму кривої та спосіб її визначення. *Техніка і технології АПК*, 2014, №2. С. 16-18.

UDK 662.769.21

HYDROGEN AS GREEN FUEL OF THE FUTURE IN AIRCRAFT ENGINES

Taras Shchur, PhD

State Biotechnological University, Ukraine

Filip Sz wajca

University of Technology, Poznań, Poland

Kamil Wittek

Silesian University of Technology, Poland

Introduction

With increasing requirements to reduce greenhouse gas emissions, the aviation industry is looking for alternative energy sources. One of the most promising solutions is hydrogen, a fuel that does not generate carbon dioxide emissions when burned. This article will discuss the technologies involved in the use of hydrogen in aviation, the challenges associated with its implementation and future prospects.

Hydrogen aviation engine technologies

1. Hydrogen turbine engines

One of the most advanced developments is turbine engines adapted for hydrogen combustion. These types of propulsion systems use liquid hydrogen that is burned in a combustion chamber, similar to traditional aviation paraffin. Companies such as Airbus are researching hydrogen jet engines as part of the ZEROe project, with plans to deploy hydrogen-powered aircraft by 2035 [1].

However, hydrogen engines require special fuel tanks that must keep the hydrogen below -253°C . The development of new insulating materials and safe fuel storage technologies is a key challenge for this technology [2].

2. Fuel cells in aviation

An alternative to traditional turbine engines is fuel cell-based propulsion. In such a system, hydrogen reacts with oxygen to generate electricity that can power electric motors. This type of solution makes aircraft much quieter and more energy-efficient.

Fuel cell-powered aircraft are currently being tested in research programmes run by NASA and European aerospace consortia. Their main limitation is the relatively low power generated by fuel cells, which makes them currently used mainly for short-haul flights and drones [3].

3. Hybrid propulsion systems with hydrogen

Another interesting direction is the combination of traditional gas turbines with fuel cells, which allows for the gradual implementation of hydrogen technology in commercial aviation. Hybrid aircraft can use both jet fuel and hydrogen to optimise energy consumption and reduce exhaust emissions.

Advantages of hydrogen as aviation fuel

Hydrogen offers a number of advantages in the context of green aviation:

No CO₂ emissions - only water vapour is produced when burning hydrogen, significantly reducing the environmental impact,

High energy density - hydrogen contains approximately three times more energy per unit mass than traditional aviation fuels, which can allow longer flights with less fuel weight,

Can be produced from renewable sources - hydrogen can be produced from water using solar or wind power, making it a fully sustainable fuel.

Challenges of implementing hydrogen in aviation

Despite its many advantages, the use of hydrogen as an aviation fuel presents some challenges:

Airport infrastructure - requires upgrades, including the construction of dedicated refuelling stations and hydrogen storage systems,

Production costs - environmentally friendly hydrogen produced by electrolysis is currently more expensive than traditional aviation fuels, making it difficult to commercialise,

Safety - hydrogen is a flammable fuel and requires advanced technologies to prevent leaks and explosions.

The future of hydrogen in aviation

Despite the challenges, hydrogen is one of the most important solutions for the future of green aviation. Many global companies are investing in the development of hydrogen technology and various governments are supporting research programmes to decarbonise air transport. If the development of hydrogen storage, transport and combustion technologies progresses as expected, we could see the first hydrogen passenger aircraft on commercial routes in the coming decades [4,5].

Summary

Hydrogen has the potential to become the main aviation fuel of the future. Its use in turbine engines, fuel cells and hybrid systems could significantly reduce aviation's impact on climate change. However, its full implementation requires further research and global investment in infrastructure and fuel storage technologies.

References

1. Airbus. "ZEROe – Developing our first hydrogen-powered commercial aircraft" Available online: <https://www.airbus.com/> (accessed on 3 April 2025).
2. Habib, MA; Abdulrahman, GA; Alquaity, AB; Qasem, Hydrogen combustion, production, and applications: A review. Alex. Eng. J. 2024 , 100 , 182–207.
3. Hydrogen Aviation: „Challenges and Opportunities for Airlines and Operators” Available online: <https://cranfieldaerospace.com/> (accessed on 5 April 2025).
4. Kumar, V.; Gupta, D.; Naveen, K. The use of hydrogen in the internal combustion engine: an overview. Int. J. Adv. Cult. Technol. 2015 , 3 , 87–99.
5. Sharma, SK; Goyal, P.; Tyagi, RK Hydrogen-fuelled internal combustion engine: a review of technical feasibility. J. Perform. Eng. 2015 , 11 , 491–501.

УДК 621.9.02

ВИВЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ УТВОРЕННЯ КОЛІЇ ПІД ЧАС РУХУ КОЛЕСА ҐРУНТОМ

Кіпенко О.Б. здобувач ВО, Артьомов М.П. д.т.н, професор

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто кілька різних підходів до оцінки впливу ходових систем колісних сільськогосподарської техніки на властивості ґрунту. Вплив нормальних і дотичних напружень, що виникають у ґрунті від дії цих навантажень, визначаються на основі відомої проблеми

Ключові слова: ходові системи, ґрунт, нормальні і дотичні напруження, щільність ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, на які спираються автори. Багато творів вітчизняних і вивченням впливу на ґрунт ходових систем сільськогосподарської техніки присвячені зарубіжні вчені властивості та зменшення негативних наслідків. Так, у роботі [1] встановлено, що крім описаних вище негативних наслідків впливу ходових систем, відбувається зменшення довжини коренів і кореня маси рослин у верхньому шарі ґрунту. Для зменшення негативу розроблені різні методи вплив ходових систем сільськогосподарської техніки. У роботі [2] описано наступні підходи до скорочення тиску на опорну поверхню ґрунту під час обробітку: використання гусеничних тракторів; використання дугоподібних або широкопрофільних шин низького тиску; раціональний підбір розмірів шин; збільшення розмірів шин; використання пневматичних гусениць; скорочення висота ґрунтової пастки; зменшення кількості шарів шини; використання тандемних коліс; спарювання коліс; регулювання повітря тиск в шинах; оснащення сільськогосподарських машин металевими гусеницями та ін. Однак великі витрати на експлуатацію і ремонт через малий ресурс і високу вартість гусеничних машин обмежують їх використання.

Тому колісна техніка залишається основним видом сільськогосподарської техніки, що використовується в обробітку ґрунту. Існує кілька різних підходів до оцінки впливу ходових систем колісних сільськогосподарської техніки на властивості ґрунту. Так, деякі дослідники розглядають ґрунт як пружний півпростір, який відчуває або зосереджену силу, або рівномірно розподілене навантаження [2]. У той же час нормальні і дотичні напруги, що виникають у ґрунті від дії цих навантажень, визначаються на основі відомої проблеми Фламана. Рівняння залежності щільності ґрунту від діючих нормальних і дотичних напружень має такий вигляд:

$$\rho = \rho_0 + b \ln(\sigma_m + c \tau_{max}), \quad (1)$$

де ρ_0 – початкове значення щільності;

σ_m – середнє значення нормальних напружень;

b і c – є емпіричними коефіцієнтами.

Подібний підхід використано в [3]. Ґрунт розглядається як

напівнескінченна площа, навантажена рівномірно розподіленим навантаженням інтенсивністю q і довжиною $2a$ та визначено всі компоненти тензора напруженого стану.

При визначенні напружень координати точок виражаються через параметр a і після зменшуючи результати на величину q , отримують відношення значень напружень; σ_x/q ; σ_y/q ; σ_z/q ; τ_{xy}/q , який буде загальним для будь-яких випадків навантаження, незалежно від значень a і q . Далі – матриця напружень в ґрунті побудована для правої частини півпростору, симетричного відносно осі ОХ. Відносна зміна ґрунту об'єм у будь-якій заданій довільній точці (тобто зміна щільності ґрунту) розраховується за формулою:

$$\theta = (1 - 2\mu)(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)/E, \quad (2)$$

де μ коефіцієнт Пуассона; E — модуль пружності.

Для оцінки розподілу напружень при такому навантаженні в дослідженні також використовувався метод фотопружності. Цей метод передбачає використання прозорих матеріалів, які демонструють оптичну анізотропію та пов'язану з нею подвійне променезаломлення при навантаженні механізму. У дослідженнях використовували поляризаційно-проекційний прилад ППУ-7, а в якості оптично чутливого матеріалу використовували епоксидну смолу ЕД-6, зміцнену метилтетрагідрофталевим ангідридом, яка мала оптичну постійну $\sigma_0^{1,0} = 1,88$ МПа. Під час дослідження використовувався спеціальний стенд, де пластину з оптично чутливого матеріалу навантажували горизонтальною силою 1000 Н. Величина прикладеної сили вимірювалася за допомогою універсального динамометра (УДМ). В результаті були отримані результати, які дозволили визначити значення нормальних і дотичних напружень.

В результаті дослідження методом скінченних елементів отримано картину розподілу еквівалентних напружень Мізеса в матеріалі, яка наведена на рис. 1. Максимальні значення еквівалентних напружень спостерігаються у верхній точці прикладання навантаження. У горизонтальному і вертикальному напрямках від цієї точки напруги зменшуються, а в горизонтальному – значно повільніше. Графік, що ілюструє розподіл еквівалентних напружень у горизонтальній площині, наведено на рис. 1.

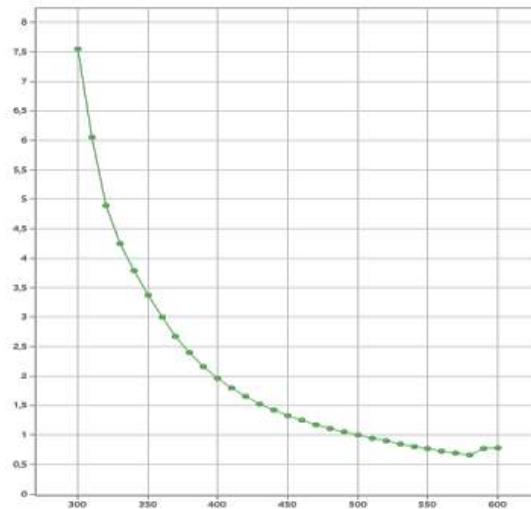


Рис. 1. Рівнодійні напруження в горизонтальній площині

Підсумовуючи, можна констатувати, що коли колесо рухається у ґрунті потік ґрунту, який стікає під колесо, ділиться на дві частини. У верхній частині, де по дотичній переважають напруження, ґрунт зсувається і накопичується перед колесом у вигляді наросту. Нижче цього верхнього рівня середній рівень нижній рівень, де переважають нормальні напруження, відбувається ущільнення ґрунту, в результаті чого утворюється ущільнене ядро. Дослідження, проведені науковцями[3], показали, що ці ущільнені частинки ґрунту поступово просуваються під колесо. Очевидно, що швидкість колеса також впливає на утворення та глибину колії, хоча для вивчення впливу цього фактора необхідні подальші дослідження.

Список використаних джерел

1. N. Artiimov, A. Anikeev, A. Kaluzhniy, M. Tsiganenko, O. Pushkarenko Dynamics of deep loosener loading during agrotechnical tillage operations // Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering 23st International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT Proceedings, Volume 23 May 22-24, 2024. Jelgava pp. 1055 – 1062. TF220
2. Boland, M.M. et al. (2022), Reducing Soil Compaction from Equipment to Enhance Agricultural Sustainability, [Online], available at: <https://mts.intechopen.com/articles/show/title/reducing-soil-compaction-from-equipment-toenhance-agricultural-sustainability>
3. Dovzhyk, M.Ya., Tatianchenko, B.Ya. and Solarov, A.A. (2017), «Analitchnyi sposib vyznachennia traiektorii kryvoliniinoho rukhu chotyrokholisnoi mashyny z perednimy kerovanymy kolesamy», Inzheneriia pryrodokorystuvannia, No. 1 (7), pp. 16–20

УДК 631.3.03

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНА СТАБІЛЬНІСТЬ МАШИН В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Пушкаренко О.Ю. аспірант, Артьомов М.П. д.т.н. професор

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто вплив різних чинників оточуючого середовища на енергетичні показники і функціональну стабільність мобільних машин в процесі експлуатації. Впровадження передових інженерних рішень з метою стабілізації динаміки руху машин і агрегатів

Для мобільних машин основними чинниками впливу на ефективність роботи є нерівність рельєфу поля, фізико-механічні властивості ґрунту (вологість, щільність, гранулометричний склад тощо), енергетичні витрати на обробіток ґрунту та переміщення агрегата, морфологічні властивості рослин (урожайність, засміченість тощо), а також зміна маси агрегата в процесі виконання технологічного циклу. Усі ці фактори істотно впливають на функціональну стабільність колісних машин та агрегатів.

У сучасних умовах інтенсифікації аграрного виробництва особливого значення набуває проблема забезпечення функціональної стабільності та енергетичної ефективності колісних машин під час їх експлуатації. Колісні машини, що є основою більшості мобільних сільськогосподарських агрегатів, експлуатуються в умовах постійно змінного виробничого середовища, що характеризується впливом стохастичних факторів, таких як варіативність фізико-механічних властивостей ґрунту, змінне навантаження, нерівність рельєфу поля, зміна маси агрегата тощо[1].

Функціональна стабільність передбачає здатність агрегата зберігати задані робочі характеристики при впливі внутрішніх і зовнішніх збурень, без втрати продуктивності та якості виконання технологічних операцій. Енергетична ефективність, у свою чергу, пов'язана з раціональним використанням паливно-енергетичних ресурсів, що є критично важливим чинником економічної доцільності сільськогосподарського виробництва.

Для досягнення зазначених показників необхідне впровадження інженерних рішень, що базуються на системному аналізі динаміки руху агрегатів, застосуванні сучасних інформаційних технологій, а також використанні адаптивних систем управління, здатних реагувати на зміну зовнішніх умов у режимі реального часу.

Стабільність – це здатність системи протягом тривалого часу зберігати визначений стан або рівень функціонування без зміни власної структури та з перебуванням у стані рівноваги. Функціональна стабільність сільськогосподарського агрегата, побудованого на базі колісної машини, забезпечується за умови, коли незначні коливання її параметрів не перешкоджають виконанню технологічних процесів із необхідною якістю [2]. Втрата стабільності може бути спричинена різноманітними факторами, зокрема

зовнішніми впливами, втратою цілісності конструктивних елементів тощо. Функціональну стабільність можливо оцінювати, прогнозувати та підтримувати в процесі експлуатації за допомогою відповідних технічних і програмних засобів.

З урахуванням основних положень теорії точності складних систем, при оцінюванні функціональної стабільності мобільної машини доцільно розглядати процес виконання нею функцій, спрямованих на досягнення заданої мети. Цей процес характеризується визначеними значеннями параметрів, які поділяються на вихідні, первинні та вторинні.

Вихідний параметр є результатом виконання функціонального завдання у відповідності до цільового призначення трактора як загальної системи (наприклад, тягове зусилля, швидкість руху, стійкість на робочій поверхні) або його окремих функціональних підсистем (двигун, рульове керування тощо). Первинні параметри – це характеристики, які можуть бути визначені безпосередньо під час експлуатації або контролю агрегата. Вторинні параметри, у свою чергу, є похідними та функціонально залежать від первинних, слугуючи узагальнюючими індикаторами стану системи в цілому.

Такий підхід дозволяє більш точно і комплексно оцінювати функціональну стабільність тракторів як складових елементів МТА, зокрема при змінних умовах експлуатації та наявності збурюючих чинників.

Вихідний параметр трактора x зазвичай є вторинним, любе значення якого є результатом перетворення деяких первинних по відношенню до нього величин. До таких первинних величин відносяться характеристики вихідних сигналів S і параметрів q елементів (двигуна, трансмісії, системи керування та ін.) машини.

У відповідності до цього модель машини обґрунтовується за функціональною залежністю $x = f(S, q)$. При $q_1, q_2 \dots q_n$, елементах машини (двигун, трансмісія, система керування та ін.) вхідним сигналом стану цих елементів модель функціонування машини записується у вигляді

$$x_n = f(S, q_1, q_2 \dots q_n) \quad (1)$$

З урахуванням залежності зміни технічного стану складових запишемо рівняння, що характеризує функціональний параметр у вигляді функції величин

$$x = x(S, S_{1k}, \dots S_{nk}, x_{1k}, \dots, x_{nk}, \dots, \Delta q_1, \dots \Delta q_n) \quad (2)$$

Оцінювання функціональної стабільності машини здійснюється шляхом порівняння фактичних параметрів, визначених за допомогою рівняння (2), із номінальними значеннями, встановленими відповідною нормативно-технічною документацією [2].

Життєвий цикл машин і обладнання має тенденцію до скорочення, що зумовлює підвищення вимог до ефективності їх експлуатації та оновлення. Одночасно спостерігається стійке зростання вартості енергетичних ресурсів, зокрема електроенергії, що прямо впливає на економічну доцільність використання техніки. Динамічний розвиток світової економіки та вихід на нові ринки формують нові вимоги до механічного обладнання, зокрема щодо його адаптивності, енергоефективності та надійності в умовах підвищеного навантаження.

Проблема забезпечення сучасних вимог до енергетичної ефективності

технічних систем може бути вирішена шляхом підвищення енергоефективності транспортних і технологічних машин за рахунок впровадження механічних безступінчастих передач з регульованими силовими характеристиками. У таких передачах застосовуються конструктивні рішення, що забезпечують згладжування коливань у трансмісії, що, у свою чергу, сприяє підвищенню функціональної стабільності трансмісійної системи та машини в цілому[3].

Методологія оцінки функціональної стабільності мобільних машин базується на обґрунтованих принципах порівняння поточних та номінальних параметрів стійкості руху у взаємозв'язку з працездатністю конструктивних елементів, що забезпечують виконання завдань визначених нормативно-технічною документацією.

Список літературних джерел.

1. Артьомов М.П. Дослідження динаміки машинно-тракторних агрегатів за допомогою метода парціальних прискорень / М.П.Артьомов // Полтавський НТУ ім.Юрія Кондратюка, Збірник наукових праць Галузеве машинобудування, будівництво. Випуск № 2 (32) Том 1. Полтава, 2012, С. 3 – 12.

2. Артьомов М.П. Визначення оптимальних параметрів для забезпечення функціональної стабільності мобільних ґрунтообробних агрегатів / М.П.Артьомов // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс] - Мелітополь: ТДАТУ, 2015. Вип. 2, Т. 1 С. 108 – 115.

3. Лебедев А.Т., Артьомов М.П., Кот О.В. Щодо залежності тягової динаміки мобільних сільськогосподарських агрегатів від технічного стану / А.Т.Лебедев, М.П.Артьомов, О.В.Кот // Науковий журнал «Інженерія природокористування» № 2(2) 2014, - Х.: ХНТУСГ, С.9 – 13

УДК 631.372

ТЯГОВИЙ ТЕСТ ТРАКТОРІВ JOHN DEERE З РІЗНИМИ РУШІЯМИ

Погорілий В.В., Муха В.В.

Цент випробувань техніки УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Метою дослідження є експериментальне визначення впливу типу рушія (спарені шини та резина тросова гусениця) на тягове зусилля трактора John Deere моделі 8310 при агрегуванні на задньому навісному пристрої з важкою дисковою бороною.

Ефективність реалізації потенціалу двигуна трактора при виконанні робіт з обробки ґрунту в значній мірі визначається типом рушія, який забезпечує реалізацію тягово-зчіпного зусилля та впливає на експлуатаційно-паливні параметри машино-тракторного агрегату (МТА) [1].

Проведено порівняння динаміки тягового зусилля тракторів з колісним та гусеничним рушіями. В польових тестуваннях прийняли участь трактори John Deere моделі 8310 R (спарені шини на задній осі) та 8310 RT (резина тросова

гусениця) в агрегаті з тяжкою дисковою бороною Wishek 842NT-26F. Обидва МТА виконували технологічний процес поверхневого обробітку ґрунту в діапазоні робочих швидкостей 4-8 км/год, за ідентичних налаштувань та умов роботи. Фон – трав'яна рослинність, ґрунт – середньо суглинистий, три роки без обробітку.

Тягове зусилля визначалося за допомогою тензометричної ланки встановленої між трактором і бороною з фіксацією та аналізом показників за допомогою аналогово-цифрового перетворювача SPIDER 8 з програмним забезпеченням Catman Express 4 та польового ноутбука Panasonic CF-19.

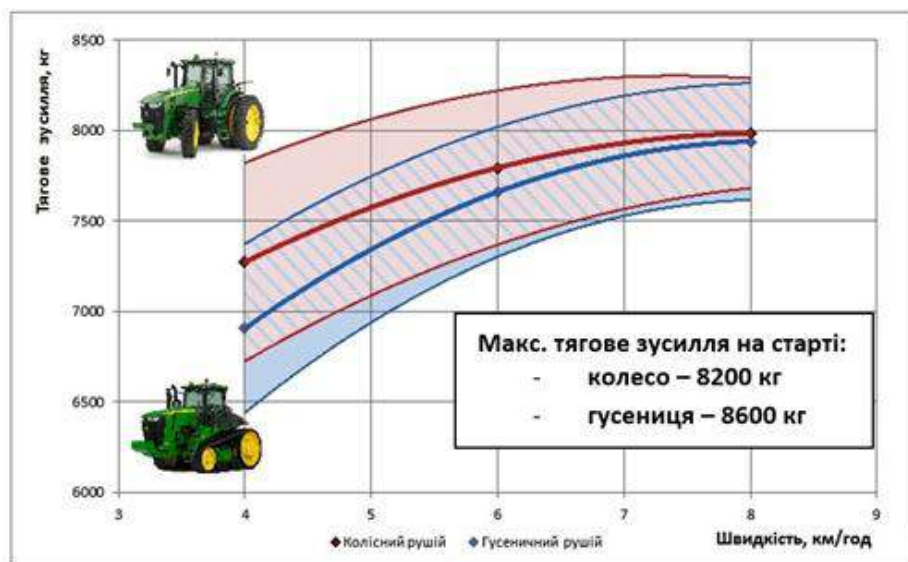


Рис. 1. Тягове зусилля та діапазон його відхилень тракторів John Deere моделі 8310 R та 8310 RT в агрегаті з тяжкою дисковою бороною Wishek 842NT-26F

Експериментально встановлено, що в обох варіантах комплектації трактори John Deere моделі 8310 забезпечили значне тягове зусилля. Хороше зчеплення гусеничного рушія забезпечує вищі стартові показники тяги і в подальшому на малих робочих швидкостях 4 км/год забезпечує роботу МТА при менших значеннях тягового зусилля при близькому розмаху відхилень ± 1100 кг. З зростанням робочої швидкості до 8 км/год обидва типи рушіїв однаково успішно реалізують тягові характеристики трактора при тяговому зусиллі в діапазоні 8000 кг та за менших значень середньо квадратичного відхилення (колісний тип ± 303 кг проти ± 323 в гусеничному).

Для узагальненої оцінки розраховано коефіцієнт стабільності тяги.

$$K_c = \frac{(\bar{P}_t - \sigma_{P_t})}{\bar{P}_t} \quad (1)$$

де K_c – коефіцієнт стабільності тяги;

$\bar{P}_t$ – середнє значення тягового зусилля на встановленій швидкості, кг;

σ_{P_t} – середньоквадратичне відхилення тягового зусилля, $\pm$ кг.

Вищі коефіцієнти стабільності тяги гусеничного рушія 0,93-0,96 проти 0,92-0,93 в колісному варіанті дозволяють прогнозувати «економію тяги» і відповідно використовувати меншу потужність [2]. Розрахунково приймемо

усереднену різницю в силі тяги гусеничного рушія і колісного рівною 4000 Н при середньозваженій робочій швидкості 7,2 км/год (2 м/с). Тоді економія споживаної потужності за 1 год змінного часу складе 8 кВт*год. З урахування середніх витрат палива на 1 кВт згідно швидкісних характеристик сучасних тракторних двигунів на рівні 250 г/кВт год отримуємо 8 кВт*год x 250 г/кВт год x 1 год = 2000 г/год економії в варіанті використання гусеничного рушія.

Висновок.

Встановлення резино-тросової гусениці в якості рушія на тракторі забезпечує більш ефективну реалізацію потужності двигуна і дозволяє забезпечити виконання операцій по обробітку ґрунту при стабільнішому тяговому зусилля та економії палива до 2 кг за годину змінного часу.

Список використаних джерел

1. Zoz, F.M., Grisso, R.D. 2003. Traction and tractor performance. – ASAE Distinguished Lecture Series, Tractor Design No 27, publication number 913C0403. 46
2. Надикто В.Т. Визначення номінального тягового зусилля трактора. // Вісник аграрної науки, 2024. №12. С. 51-56. Бібліогр.: 10 назв. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202412-06>

УДК 631.31

КОРЕЛЯЦІЯ МІЖ РІВНЕМ ВИКОРИСТАННЯ РОБОТИЗОВАНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ, РОЗМІРОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ТА ОБ'ЄМОМ ОТРИМАНОГО ВРОЖАЮ В КАНАДІ

Мельник В.І. д.т.н., Чигрина С.А. інж.

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто взаємозв'язок між рівнем використання роботизованої сільськогосподарської техніки, розміром сільськогосподарських угідь та об'ємом отриманого врожаю, у Канаді. На основі аналізу поточних практик і статистичних даних проведено оцінку впливу автоматизації на продуктивність сільського господарства. Представлено структурну схему системи збору та аналізу даних, що включає роботизовані механізми, геоінформаційні системи та модулі аналітики. Результати дослідження підтверджують наявність позитивної кореляції між використанням робототехніки та врожайністю на великих землеволодіннях.

Канада посідає одне з провідних місць за експортом сільськогосподарської продукції. Однак ефективність агропромислового комплексу багато в чому залежить від впровадження інноваційних технологій, зокрема, роботизованих систем. В умовах зростання світового населення та змін клімату особливо актуальним є питання підвищення врожайності за мінімальних витрат ресурсів. Мета цієї роботи - проаналізувати, як використання роботизованої техніки та

розміри сільськогосподарських угідь впливають на обсяги врожаю в Канаді.

Огляд наявних рішень

На сьогодні канадські фермери дедалі активніше використовують автоматизовані рішення: автономні трактори, дрони, сенсори та системи точного землеробства. Роботи, такі як дослідження Університету Саскачевану (2021), підкреслюють, що роботизація сприяє зниженню витрат і збільшенню врожайності. Крім того, за даними Agriculture and Agri-Food Canada, великі господарства значно частіше інвестують у технологічні рішення, що зумовлено їхнім економічним потенціалом і масштабом діяльності.

Пропонована модель аналізу містить у собі такі ключові компоненти:

1. Сенсорні модулі - збір даних про стан ґрунту, вологість, температуру і рівень освітленості.
2. Роботизована техніка - автономні трактори, сівалки, системи зрошення і дрони.
3. ГІС (геоінформаційні системи) - аналіз геопросторових даних по території угідь.
4. Центральний аналітичний модуль - система на базі ШІ, що обробляє дані та надає рекомендації.
5. Інтерфейс користувача - візуалізація результатів і управління процесами.

Структурна схема системи представлена на рисунку 1. Вхідні дані від сенсорів і дронів передаються в хмарний центр обробки даних. Далі алгоритми машинного навчання зіставляють обсяги врожаю з рівнем роботизації та площею земель. Результати візуалізують у вигляді звітів і прогнозів для фермерів і агрономів.

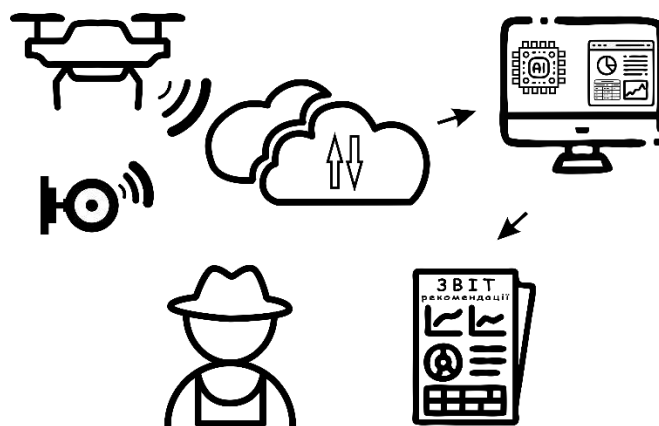


Рис. 1 – Структурна схема системи кореляційного аналізу

Дрон, який знімає дані на полі; Сенсор; Бездротова передача даних; Хмарний центр зберігання та обробки даних; Алгоритми машинного навчання; Звіти, прогнози; Фермери, агрономи.

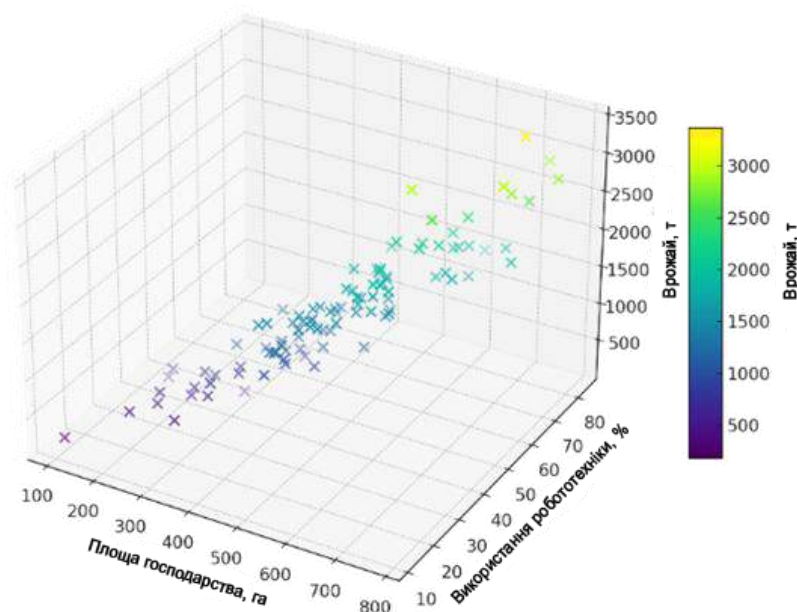


Рис. 2 – Графік залежності загального врожаю від площі сільськогосподарських угідь і рівня використання роботизованої техніки.

Графік залежності наочно демонструє, що найбільшого врожаю досягають за поєднання великих площ і високого рівня автоматизації.

Висновки

Результати дослідження показують, що:

- Існує стійка позитивна кореляція між розміром угідь і рівнем автоматизації.
- Використання роботизованої техніки значно підвищує врожайність, особливо на землях площею понад 500 га.
- Дрібні фермерські господарства демонструють меншу динаміку впровадження робототехніки з економічних причин, що впливає на загальний обсяг урожаю.

Ці висновки можуть бути корисними при формуванні державної стратегії підтримки цифровізації сільського господарства.

Список використаних джерел

1. *Automation, robotics helping farmers strengthen food security* URL: <https://www.canada.ca/en/agriculture-agri-food/news/2024/06/automation-robotics-helping-farmers-strengthen-food-security.html> (дата звернення: 20.04.2025)
2. *AI Farming. AI in Agriculture: The Future of Farming in Canada* URL: <https://aifarming.ca/blogs/ai-in-agriculture-the-future-of-farming-in-canada/> (дата звернення: 20.04.2025)
3. *Organics Farmer. How Smart Robots Are Revolutionizing Alberta's Organic Farms* URL: <https://organicagcentre.ca/technology-and-digital-innovation/how-smart-robots-are-revolutionizing-albertas-organic-farms/> (дата звернення: 25.04.2025)

УДК 621.436

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДЕФЕКТУВАННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ

Борак К.В. д.т.н. професор

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Боровський В.М. ст. викладач, Мовчан К.В. здобувач ВО

Поліський національний університет, м. Житомир

У статті розглянуто сучасні методи дефектування колінчастих валів, зокрема неруйнівні та цифрові технології діагностики. Проаналізовано ефективність застосування візуального, магнітного, ультразвукового та вихрострумового контролю для своєчасного виявлення пошкоджень та підвищення надійності ремонтних робіт.

Колінчастий вал є однією з найважливіших деталей кривошипно-шатунного механізму двигуна внутрішнього згоряння. Його справність безпосередньо впливає на роботу двигуна, ресурс машини та безпеку експлуатації техніки в цілому. Пошкодження, зношення або деформація колінчастого вала можуть призвести до серйозних наслідків, включаючи поломку двигуна. Тому своєчасне виявлення дефектів колінчастих валів за допомогою сучасних методів є критично важливим аспектом технічного обслуговування та ремонту.

Візуально-оптичний контроль – один із найпростіших і найстаріших методів дефектування, який передбачає візуальну оцінку поверхні колінчастого вала на наявність тріщин, задирок, вм'ятин, слідів корозії. Його перевагою є доступність і швидкість. Для підвищення точності використовують ендоскопи, лупи, мікроскопи.

Залежно від типу дефекту, для його виявлення застосовують відповідні методи дефектування, які поділяються на візуальні, вимірювальні, фізичні та неруйнівні методи контролю.

Метрологічний контроль є одним з основоположних етапів дефектування колінчастих валів і полягає у точному вимірюванні геометричних параметрів деталі для виявлення зносу, деформацій або виробничих відхилень. Такий контроль дозволяє оцінити стан шийок колінчастого вала, його вісь обертання, а також визначити, чи відповідають параметри деталі нормам та допускам, встановленим технічною документацією. Метрологічна оцінка є критично важливою як для діагностики зносу в процесі експлуатації, так і після ремонтних робіт – шліфування чи наплавлення.

Метрологічний контроль є основним і обов'язковим методом технічного діагностування колінчастих валів. Його використання забезпечує високу точність оцінки геометрії, дозволяє своєчасно виявити небезпечні деформації та попередити аварійні ситуації. Завдяки простоті реалізації та високій інформативності, цей метод зберігає актуальність навіть у контексті розвитку високотехнологічних діагностичних систем.

Магнітопорошковий метод (МПД) є одним із найефективніших неруйнівних способів виявлення поверхневих та підповерхневих дефектів у феромагнітних деталях, до яких належать і колінчасті вали. Принцип дії методу полягає у створенні магнітного поля в тілі деталі й виявленні локальних спотворень магнітного потоку, які виникають у зонах дефектів. У місцях розриву безперервності матеріалу — таких як тріщини або пори — магнітне поле спотворюється, що спричиняє витік магнітних силових ліній, до яких притягується феропорошок, утворюючи на поверхні характерний слід.

МПД особливо ефективний для діагностики шийок колінчастих валів, які зазнають найбільших навантажень і мають найвищий ризик утворення втомних тріщин. Метод дозволяє виявляти тріщини, що зароджуються на поверхні або під нею, а також виявляти дефекти, які з'являються після термічного чи механічного впливу — наприклад, після шліфування або термообробки. Це дає змогу прийняти рішення щодо подальшої експлуатації деталі або необхідності її ремонту чи заміни.

Вихорострумний контроль є високоточним неруйнівним методом дефектування, що ґрунтується на явищі індукції вихрових струмів у провідникових матеріалах. При наближенні індукційної котушки до поверхні металевих об'єктів — у цьому випадку колінчастого вала — у ньому виникають замкнуті струми, які створюють власне електромагнітне поле. Якщо в тілі деталі є тріщини, порожнини чи інші дефекти, вони змінюють характеристики вихрових струмів, що реєструється спеціальними датчиками. Метод дозволяє виявляти дефекти на глибину до 3–5 мм від поверхні, залежно від частоти струму та властивостей матеріалу.

Метод акустичної емісії (АЕ) — це інноваційний неруйнівний метод контролю, що базується на виявленні та аналізі акустичних хвиль, які виникають у матеріалі під час зародження або розвитку мікродефектів. На відміну від традиційних методів, які фіксують вже сформовані пошкодження, АЕ дозволяє виявляти активні процеси руйнування в реальному часі. При прикладенні механічного навантаження або в процесі природного функціонування деталі (наприклад, колінчастого вала в працюючому двигуні), у матеріалі можуть виникати короткочасні пружні хвилі. Ці хвилі фіксуються чутливими п'єзоелектричними датчиками, що перетворюють їх у електричні сигнали для подальшого аналізу.

Метод особливо ефективний для виявлення процесів втомного руйнування, мікротріщин, розшарувань та інших прихованих дефектів, які ще не виявляються традиційними засобами контролю. Основною перевагою АЕ є його здатність до моніторингу стану деталі під час її експлуатації або навантаження, що дозволяє виявити початок пошкодження до моменту критичного руйнування. Крім того, метод дає змогу визначити не лише наявність дефекту, але й його активність, тобто, наскільки швидко він розвивається.

Комп'ютерна томографія (КТ) і 3D-сканування є сучасними високоточними методами дефектування, що дозволяють виконувати повний просторовий аналіз складних деталей, зокрема й колінчастих валів. На відміну

від традиційних способів контролю, КТ дозволяє візуалізувати як зовнішні, так і внутрішні дефекти, створюючи тривимірну модель об'єкта на основі серії рентгенівських зображень, які потім обробляються спеціалізованим програмним забезпеченням. У результаті формується детальна карта структури матеріалу з точністю до кількох мікронів, що робить можливим виявлення мікротріщин, пустот, шлакових включень, неоднорідностей у структурі тощо.

Технологія комп'ютерної томографії особливо корисна у випадках, коли необхідно провести контроль складної деталі без її демонтажу або руйнування. Це має велике значення у виробництві високоточного обладнання, в авіаційній, автомобільній і медичній промисловості. У контексті дефектування колінчастих валів КТ дозволяє виявляти внутрішні тріщини, які не фіксуються ультразвуковими або магнітними методами, зокрема на переходах між шийками та щоками, у зонах з високою концентрацією напружень.

3D-сканування, у свою чергу, передбачає створення зовнішньої тривимірної цифрової моделі деталі за допомогою оптичних або лазерних сканерів. Цей метод дозволяє з великою точністю фіксувати геометричні параметри вала, контролювати знос, деформації, овальність шийок, конусність і співвісність. Порівняння сканованої моделі з еталонною CAD-моделлю дає змогу в автоматизованому режимі виявляти навіть мінімальні відхилення від проектних розмірів. Такий підхід надзвичайно ефективний при серійному контролі або після ремонту.

Значною перевагою КТ і 3D-сканування є можливість цифрового збереження даних для подальшого аналізу, архівування та порівняння з результатами наступних діагностик. Це дозволяє відслідковувати динаміку зносу, прогнозувати залишковий ресурс деталі, а також інтегрувати результати в системи управління технічним станом обладнання. Наприклад, підприємства, що експлуатують велику кількість однакових двигунів (флот, залізниця, великі фермерські господарства), можуть створювати цифрові бази технічного стану для кожної одиниці техніки.

У перспективі очікується подальша мініатюризація обладнання, здешевлення процесу сканування та інтеграція методів КТ і 3D-аналізу з інтелектуальними системами діагностики. Вони можуть стати основою для створення так званих «цифрових двійників» деталей, що дозволяє не лише діагностувати, а й прогнозувати зношування на основі імітацій моделювання у віртуальному середовищі.

Одна з головних тенденцій – впровадження автоматизованих і роботизованих систем дефектування. Сучасні УЗК- і ВК-комплекси з числовим програмним управлінням забезпечують високу швидкість, точність і повторюваність вимірювань без втручання людини. Застосування спеціальних маніпуляторів і сканерів з приводами дає змогу проводити контроль навіть у важкодоступних місцях або в умовах жорсткого виробничого циклу. Такий підхід вже використовується у великосерійному виробництві автомобільних і авіаційних двигунів.

УДК: 631.3.01:631.362:004.942

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТИВ У ТОЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМБІНОВАНИХ МАШИН

Макаренко Т.В.

ЗП (ПТ)О «Харківський професійний коледж»

Макаренко М.Г. доцент, Гармаш Д.О. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто інноваційні підходи до підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів (МТА) в умовах точного землеробства. Здійснено комплексний аналіз сучасних комбінованих машин, оцінено їх вплив на підвищення продуктивності виконання технологічних операцій, зниження витрат пального та збереження агрофізичних властивостей ґрунту. Окрему увагу приділено використанню комп'ютерного моделювання для прогнозування енергоспоживання та оптимізації технологічних процесів.

Багаточисленні дослідження підтверджують, що комбіновані агрегати сприяють істотному скороченню тривалості технологічних циклів, зменшенню енергоспоживання та підвищенню точності агротехнічних операцій. Крім того підвищується ефективність виробничих процесів завдяки інтеграції операцій в одному технологічному проході, а поєднання технологічних операцій в єдиному агрегаті дозволяє не лише знизити ущільнення ґрунту, а й підвищити агрономічну якість обробітку [1 - 3].

Крім зазначених досліджень, сучасні публікації відзначають роль комп'ютерного моделювання у підвищенні точності прогнозування енергоспоживання і продуктивності комбінованих агрегатів. Так використання комп'ютерного моделювання дозволяє ідентифікувати оптимальні технологічні схеми для різних ґрунтово-кліматичних умов та типів культур [4 - 7].

Серед найперспективніших новітніх розробок слід виділити технології змінної норми висіву та внесення добрив, реалізовані у складі сучасних комбінованих машин, що дозволяють адаптувати агротехнічні операції до просторової мінливості ґрунтово-кліматичних умов. Застосування таких систем забезпечує підвищення ефективності використання матеріальних ресурсів на 15–20 %.

Слід зазначити, що впровадження комбінованих машин у технологічні процеси точного землеробства сприяє одночасному досягненню кількох стратегічних цілей: підвищення продуктивності агровиробництва; енергозбереження; мінімізації негативного впливу на ґрунтовий покрив; зниження собівартості сільськогосподарської продукції.

Для об'єктивної оцінки ефективності машинно-тракторних агрегатів (МТА) в умовах точного землеробства були розроблені математичні моделі, що комплексно враховують режими роботи агрегатів, сезонні умови, агротехнічні

вимоги до обробітку ґрунту, характеристики технічних засобів та рельєф місцевості. Особлива увага приділялась адаптивності моделей до змінних польових умов, що є особливо важливим для підвищення достовірності прогнозів.

Моделі базуються на критеріях мінімізації витрат пального, часу виконання технологічних операцій та максимізації якості обробітку. Основні математичні залежності включають: розрахунок питомої витрати пального на гектар з урахуванням змінної навантаженості двигуна; визначення коефіцієнтів енергетичної ефективності агрегатів залежно від тягового опору ґрунту та ефективності трансмісії (рис. 1); побудову моделей оптимізації траєкторій руху агрегатів для мінімізації перекриттів і холостих пробігів, з урахуванням геометрії поля, особливостей конфігурації загонів і агрономічних вимог.

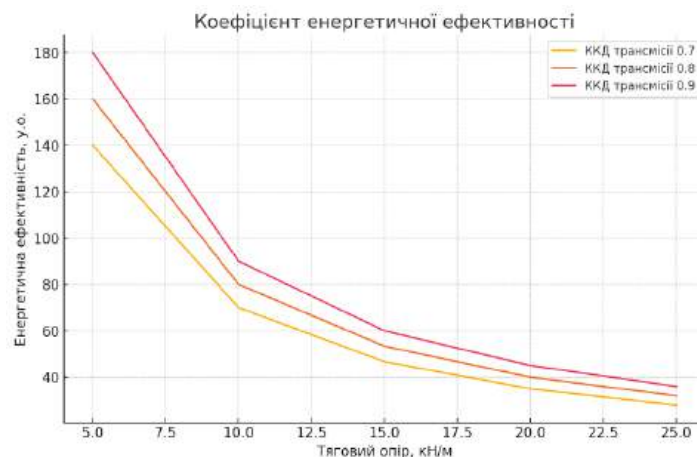


Рис. 1. Коефіцієнти енергетичної ефективності агрегатів залежно від тягового опору ґрунту та ефективності трансмісії

Особливу увагу приділено багатфакторному аналізу залежності питомої витрати палива від типу комбінованої машини, глибини обробітку ґрунту, швидкості руху агрегату та фізико-механічних властивостей ґрунту.

Було запропоновано використання регресійних моделей другого порядку, що дозволяють з високою точністю (коефіцієнт детермінації $R^2 > 0,92$) передбачати енергоспоживання машинно-тракторних агрегатів у реальних умовах господарювання.

Крім того, обґрунтовано доцільність застосування стохастичних моделей для прогнозування продуктивності комбінованих агрегатів залежно від випадкових змін погодних умов, що дозволяє підвищити адаптивність технологічних рішень у точному землеробстві.

Комп'ютерне моделювання здійснювалося із використанням агроінженерного програмного забезпечення, що забезпечило можливість багатоваріантного аналізу сценаріїв роботи МТА. Це дозволило виявити оптимальні параметри роботи агрегатів у різних умовах експлуатації та сформулювати рекомендації щодо вибору комбінованих машин відповідно до специфіки господарств.

Аналіз результатів моделювання показує, що використання комбінованих

машин за оптимізованими маршрутами дозволяє знизити витрати пального на 18–22 %, скоротити час виконання операцій на 15–20 % та підвищити якість обробітку ґрунту на 12–15 % у порівнянні з традиційними схемами механізованих робіт. Це створює передумови для подальшого вдосконалення системи прийняття рішень у точному землеробстві та формування інтегрованих інтелектуальних систем управління виробничими процесами в аграрному секторі.

Особливо суттєвим є вплив комбінованих агрегатів на агрофізичні властивості ґрунту, що було підтверджено як польовими вимірюваннями, так і комп'ютерним моделюванням фізико-механічних процесів у ґрунтовому середовищі. Відповідно до результатів експериментальних замірів, проведених у різних умовах вологості та механічного складу ґрунту, спостерігалось зменшення ступеня ущільнення ґрунту на 12 % у порівнянні із застосуванням традиційних агрегатів. Ці дані корелюють із результатами моделювання, яке засвідчило зниження питомого тиску на ґрунт завдяки оптимізації маси агрегатів та рівномірнішому розподілу навантаження.

При комп'ютерному моделюванні були створені віртуальні моделі, що відтворювали фактичні параметри робочого середовища з метою високої точності прогнозування продуктивності, витрат пального та ступеня ущільнення ґрунту. За результатами моделювання були визначені оптимальні технологічні схеми застосування комбінованих агрегатів для різних типів полів і умов вирощування сільськогосподарських культур.

У ході проведених експериментальних досліджень було здійснено детальний порівняльний аналіз ефективності роботи традиційних та комбінованих МТА. Дослідження виконувалися на основі типових умов точного землеробства із застосуванням методів польового експерименту, контрольних замірів, математичної обробки результатів та комп'ютерного моделювання виробничих процесів.

Покращення рівномірності висіву насіння було зафіксовано як у польових випробуваннях, так і шляхом аналізу віртуальних посівних схем, змодельованих у середовищі агроінженерного програмного забезпечення. За результатами було встановлено підвищення коефіцієнта варіації розподілу насіння в рядках на 15%, що вказує на покращення якості виконання сівби при використанні комбінованих агрегатів, особливо на полях зі складною конфігурацією і неоднорідними властивостями ґрунту.

Статистична обробка отриманих даних, виконана за допомогою методів дисперсійного аналізу та критерію Стюдента, а також верифікація результатів через комп'ютерне моделювання технологічних процесів у точному землеробстві, підтвердила достовірність виявлених відмінностей із рівнем значущості $p < 0,05$. Моделювання дозволило провести багатофакторний аналіз впливу параметрів роботи агрегатів на продуктивність і якість обробітку, що забезпечило додаткове аргументоване підтвердження ефективності застосування комбінованих машин. Це дозволяє стверджувати про наявність системного позитивного ефекту від впровадження комбінованих машин у технології точного

землеробства, обґрунтованого як експериментальними вимірами, так і результатами чисельного моделювання.

Висновки

Результати експериментальних досліджень чітко демонструють переваги комбінованих машинно-тракторних агрегатів щодо підвищення економічної та енергетичної ефективності виробничих процесів, а також сприяння збереженню родючості ґрунтів. Інтеграція комбінованих машин у технології точного землеробства виявилася ефективним інструментом підвищення продуктивності МТА, раціонального використання енергетичних і матеріальних ресурсів, а також забезпечення екологічної сталості агровиробництва.

Наукові результати свідчать, що для подальшого розвитку ефективних систем точного землеробства доцільно орієнтуватися на створення адаптивних комплексів, які інтегрують дані від сенсорів, супутникових систем позиціонування, агрохімічного моніторингу та прогностичних моделей розвитку культур з впровадження інтелектуальних систем управління комбінованими машинами, що дозволить автоматизувати прийняття рішень у режимі реального часу залежно від просторової мінливості умов поля.

Список використаних джерел

1. Макаренко М. Г. Перспективи тракторобудування // Агробізнес сьогодні. - 2014. - № 9. - С. 54-56.
2. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуємих на передній і задній начіпних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.
3. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Хейло В. О. Підвищення експлуатаційних показників мобільних енергетичних засобів блочно-модульної побудови. // Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.) / – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 119 - 121.
4. Макаренко М. Г., Кривоніс С. В. Використання електронних мікропроцесорних систем для руху трактора по заданій траєкторії. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті» 04-05. 04. 2024С. 190.
5. Пиріжок В.І., Макаренко М.Г. Дослідження структури адаптивної системи керування блочно-модульного агрегата. // Матеріали XIX міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті». Харків, 2023. – С. 60.
6. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
7. Макаренко М.Г., Калашник Є.А. Роль інформаційних технологій у вдосконаленні функціональних можливостей блочно-модульних тракторів. // Технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. С. 67 – 68.

УДК 631.331

АНАЛІЗ ПОВЕДІНКИ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ПНЕВМАТИЧНІЙ СИСТЕМІ СІВАЛКИ БЛОЧНОГО ТИПУ

Мельник В.І. д.т.н. професор, Зеленський А.П. аспірант

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження є аналізу роботи пневматичної системи сівалки блочного типу та представлення характеру поведінки повітряного потоку. Аналіз зміни значень ентропії повітряного потоку в пневматичній системі.

Розглядаючи роботу пневматичної системи сівалки блочного типу (ПССБТ) виділяють такі втрати, що поділяються на внутрішні втрати та зовнішні втрати. Зовнішні втрати, наприклад втрати в підшипниках, приводних механізмах і ущільненнях на валах, які в ході CFD розрахунків, в програмному комплексі ANSYS, нехтуються [1]. Внутрішні втрати, наприклад, ударні втрати та втрати на тертя, включені у розрахунках CFD та подаються у вигляді дисипативної функції. Дисипація енергії (лат. dissipatio «розсіювання») — перехід частини енергії упорядкованих процесів в енергію неупорядкованих процесів, зрештою — теплоти. Таким чином, внутрішні втрати можна підсумовувати в дисипації. Повітряний потік ПССБТ, використовуючи сучасні методи чисельного моделювання, можна спостерігати тривимірно в довільний момент часу. Поля тиску, температури та швидкості розраховуються в процесі дослідження.

Повітряний потік системи описується основними законами термодинаміки – рівнянням збереження маси, збереження імпульсу та збереження енергії. Перший закон термодинаміки як параметр, що характеризує ефективність системи, використовує показник ентропії, що зв'язує зміну величини тиску та температури [2,3].

Питома ентропія є змінною стану, яка, згідно з другим законом термодинаміки, зростає у кожному реальному й, отже, незворотному технічному процесі.

До величини ентропії включені всі втрати, які відбуваються в системі через тертя та теплопередачу [3]. Величина теплопередачі дуже мала, це можна спостерігати за зміною величини температури. Як видно на виході повітряний потік з отворів висівного диска, для даних значень факторів, статичний тиск дорівнює 97386,50 Па, така величина є достатньою для утримання насіння в області отворів диска, що висіває рисунок 1. Необхідно пам'ятати існування двох систем відліку. Статичний тиск у місці виміру дорівнює 96149,60 Па. показує зміну статичного тиску в області отворів висівного диска, що присмоктують насіння, при цьому створюваний тиск цілком достатньо для утримання насіння в робочій області висівного апарату. Рисунок 1 показує розподіл швидкості повітряного потоку в елементах проточної частини ПССБТ. Як видно на виході повітряний потік з отворів висівного диска, для даних значень факторів швидкість повітряного потоку дорівнює 37,61 м/с, а це достатньо для

переміщення насіння в області отворів диска, що висіває.

У середині патрубку, що з'єднує ВРВ з ВА повітряний потік розподілено не рівномірно, з картини руху видно, що він закручується, рисунок 2 а. Неоднорідний профіль повітряного потоку в осьовому напрямку трубопроводі також був продемонстрований при змінах значення витрати в досліджуваній пневматичній системі.

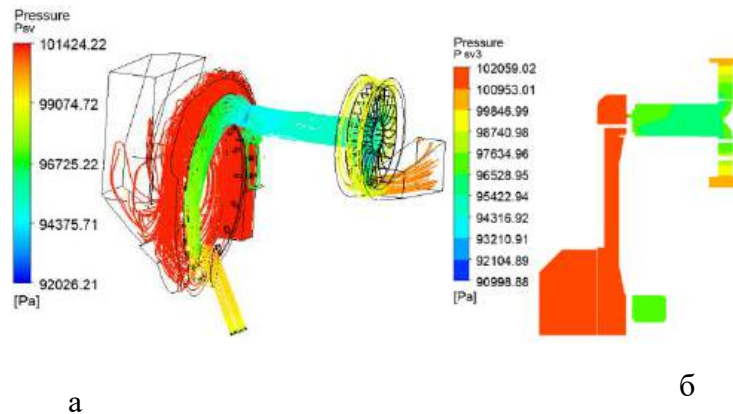


Рис. 1 – Зміна значення статичного тиску p_{sv} повітряного потоку у проточній частині ПССБТ: а) 3D зображення; б) 2D зображення зміни тиску в області отворів висівного диска.

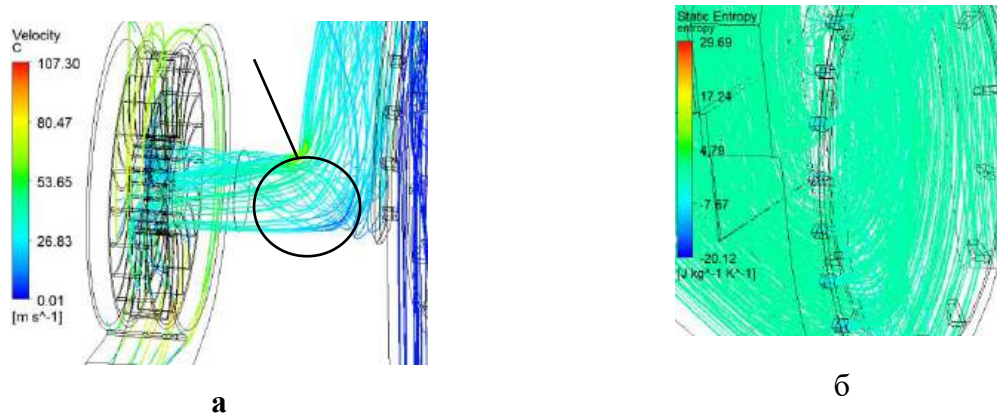


Рис.2 – а) поведінка повітряного потоку в каналі до потрапляння в проточну частину ВРВ; б) зміна значення ентропії повітряного потоку у проточній частині ПССБТ

Закручування повітряного потоку в проточній частині може спричинити труднощі при протіканні в міжлопатковому просторі РК, до явища кавітації.

Цей процес необхідно детально вивчити. Швидкість повітряного потоку в середині патрубку, що з'єднує ВРВ і ВА, на ділянці А зростає, можливо, це явище необхідно мінімізувати, ввівши в конструкцію проточної частини додаткові елементи. На рисунку 2 б зображено зміну значення ентропії повітряного потоку в елементах проточної частини ПССБТ. Як видно від виходу повітряного потоку з отворів висівного диска перед входом повітряного потоку в РК, зміна значення ентропії повітряного потоку дорівнює приблизно 2,77 Дж/(кг · К). При значенні ентропії стоїть знак мінус, а це показує нам про те, що система бере частину енергії для переміщення повітряного потоку від ВВП.

Висновок.

При проектуванні процесів, які проходять в ПССБТ, можливо використовувати методи CFD передбачаючи експлуатаційні характеристики пристроїв, при різних значеннях факторів у межах просторового перебігу повітряного потоку. Можливо проводити аналіз статичного тиску ПССБТ за допомогою програмного комплексу ANSYS.

Список використаних джерел

1. S.L.Dixon, C.A.Hall, Fluid mechanics and thermodynamics of turbomachinery, Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier, 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA ,The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK: Sixth edition, 2010.
2. Cornell J.A. (1990) Experiments with Mixtures: Designs, Models, and Analysis of Mixture Data. 2nd edition. Wiley, New York.
3. Fletcher, A. J. (1988). Computational techniques for Fluid Dynamics. New York: Springer-Verlag: Berlin.

УДК 631.331

АНАЛІЗ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНКИ РОЗПОДІЛУ НАСІННЯ ТА РОСЛИН В РЯДКУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИСІВУ

Мельник В.І. д.т.н. професор, Зеленський О.П. аспірант

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження є аналіз вимог та підходів, щодо посівів. Розроблення математичної моделі та програми моделювання висіву просапних культур для подальшого аналізу та оцінки параметрів розподілу рослин за шириною стрічки розсівання.

Основні складнощі у реалізації ідеї аналізу оцінки висіяного насіння укладено у необхідності правильного виміру відстані між рослинами. Для того, щоб визначити розташування раніше висіяного насіння потрібно використовувати оцінки якості рядків посівів та порівняти їх з відповідними вимогами, оцінками, що стосуються рядків закладеними у галузевих стандартах та нормативних документах. Згідно з викладеними вимогами, фахівцями беруться до уваги наступні посівні якості насіння [1]:

- рівномірність розподілу насіння вздовж осі рядка;
- ширина стрічки розсіву насіння;
- дані схожості насіння.

Перші показник у стандарті детально висвітлені та були прийняті без змін. Що стосується ширини розсіву насіння, то стандартом [2] не передбачено перевірку цього показника для кукурудзи, соняшнику та деяких просапних культур. Дані схожості насіння за прийнятими стандартами не повинні падати за поріг 95%. Якщо величина схожості менше цього порога, то посівний матеріал вибраковується. Для кожного виду та групи рослин є нормативні параметри,

встановлені державними стандартами та технологічними картами. Визначення, щодо посівної якості насіння необхідне для отримання якісних посівів та гарантованого високого врожаю.

Отже, якість висіву, визначають по кожному сошнику, шляхом виміру відстані між крайніми рослинами по довжині та ширині смуги висіву. Повторність за кожним слідом сошника проводять не менше ніж чотири рази. Якість вимірів з кожної повторності щонайменше десяти. Виходячи зі стандарту припускає значний суб'єктивізм в оцінці цього показника [3]. Було обрано крайні рослини на довільній довжині рядка, та використано методику вивчення та аналізу процесу посіву насіння, що включає такі основні положення:

- параметри розподілу насіння по ширині рядка посіву визначали опосередковано по рослинам, що зійшли;
- довжину облікової ділянки, для її оцінки, має дорівнювати не менше 100 м, щоб була можливість результати вимірювань занести до статистичних даних;
- облік контрольної ділянки проводився не менше трьох разів;
- вимірювання проводили на прямому та зворотному проходах агрегату по всіх сошниках сівалки;
- у процесі вимірювань відхилень рослин від осі рядка спочатку вздовж кожної облікової ділянки рядка натягували струну;
- після закріплення струни, починаючи з першої другої рослини облікової ділянки, по порядку, масштабною лінійкою вимірювали видалення кожної рослини від струни і дотримуючись черговості записували результати;
- вибірку, у якій розмах значень відхилень рослин від струни перевищував 150 мм, вибраковували;
- відхилення рослин від осі рядка визначали як половину різниці між видаленнями двох сусідніх рослин від струни;
- отриману сукупність значень відхилень рослин від осі рядка обробляли відповідно до стандарту [384];
- у процесі математичної обробки вибірок різних повторностей проводили перевірку вибірок на приналежність однієї генеральної сукупності, використавши ранговий критерій Вількоксона.

Для ретельного аналізу та вивчення процесу посіву насіння використовували метод імітаційного моделювання реальних процесів на ЕОМ (метод Монте-Карло), для цієї мети була створена ММ ділянки поля після сходження висіяного матеріалу та створено програму моделювання процесу посіву насіння й схожості, що підпорядковуються генератору псевдовипадкових чисел (ПСЧ) [2,3]. В ході аналізу процесу висіву, було враховано характер поведінки агрегатів висіву. Також проаналізована траєкторія рядка висіву просапних культур та встановлено, що вона є кривою лінією, яка складається з накладених один на одного трьох гармонік (наприклад, синусоїд). Основна гармонійна крива має великий період, довжина якого коливається не більше 100 – 250 м, амплітуда гармоніки сягає 0,5 м і більше. Ця гармоніка зумовлена прямолінійністю руху трактора посівного агрегату. На довжині кожного періоду є кілька середніх гармонік з довжиною періоду не більше 17 – 30 м і амплітудою

до 100 мм. Поява середніх гармонік пояснюється коливанням сівалки щодо лінії тяги. Коливання, що виникають внаслідок несиметричності тягового опору сівалки. Усередині кожної середньої гармоніки спостерігається кілька малих гармонік із довжиною періоду 4 – 12 м та амплітудою 10 – 60 мм. Ці викривлення траєкторії рядків є в основному наслідком поперечних коливань сошників сівалки. Підходи які були використані під час реалізації математичної моделі дозволило змодельовати розподіл рослин уздовж осі рядка з урахуванням криво лінійності ходу трактора, горизонтальних незалежних коливань сівалки та сошників, збоїв висіву, появи пар одночасно висіяного насіння, їх схожості та хаотичного переміщення щодо міток ідеального висіву (МІВ) у процесі попадання в борозну та її закладення. Отже, в ході розробки програмного комплексу було прийнято, що "мітками ідеального висіву" (МІВ) є точки траєкторії рядка, в які повинні потрапити насіння при ідеальному висіві, та було припущено, що висів відбувся. Розташування насіння в рядку описується вздовж кривої, виражене синусоїдальним рівнянням з урахуванням перепусток, двійників і схожості насіння. Було запропоновано, що у посіві насіння просапних культур беруть участь п'ять законів розподілу **1 – law1**, **2 – law2**, **3 – law3**, **4 – law4** и **5 – law5**. У даному поданні моделі передбачається, що:

- **law1** – закон впливу розташування насіння вздовж осі ОХ при нормальному ході посіву;
- **law2** – закон впливу на розташування насіння вздовж осі ОХ при виникають у ході посіву перепусток;
- **law3** – закон впливу розташування насіння вздовж осі ОХ при які виникають під час посіву двійників;
- **law4** – закон впливу розташування насіння на осі ОУ використовуючи синусоїдальний закон розподілу зерен;
- **law5** – закон впливу схожість насіння під час посіву.

На основі цієї програми можливо отримати та промодельовати висів просапних культур для подальшого аналізу та оцінки параметрів розподілу рослин за шириною стрічки розсівання. На рисунку 1 представлено приклад розподілу інтервалів між рослинами в рядку, що відповідає роботі висівного апарату та схожості насіння з перепустками, двійниками та нормальному розподілу

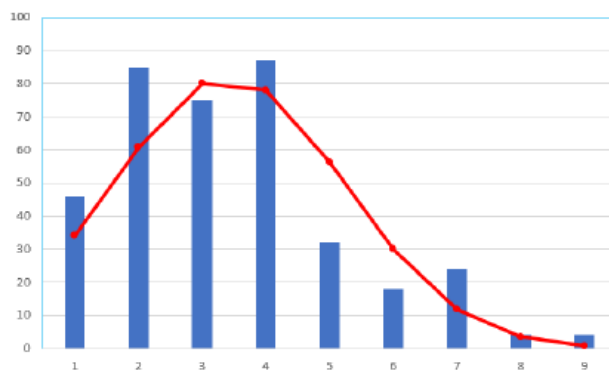


Рис. 1 Гістограма розподілу інтервалів між рослинами в рядку

Висновок.

Використовуючи математичну модель та програму висіву просапних культур дозволило змодельовати розподіл рослин уздовж осі рядка з урахуванням криво лінійності ходу трактора, горизонтальних незалежних коливань сівалки та сошників та провести аналіз оцінки висіяного насіння, для прогнозування врожайності та витрат на після висівну обробку.

Список використаних джерел

1. В.І. Мельник Двовимірна числова модель розташування насіння і рослин просапних культур у стрічці / В. І. Мельник // Шляхи розвитку виробництва зерна в Українській РСР: Тез. доп. Респ. наук.-техн. конф. / Український науково-дослідний інститут механізації та електрифікації сільського господарства - Глеваха: УНІМЕСГ, 1988. - с. 65 – 66

2. Мельник В. І. Розпилювач для стрічкового внесення гербіцидів / В. І. Мельник, А. А. Гаврюшенко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. — Мелітополь: ТДАТУ, 2008. — Вип. 8, Т. 6. — С. 90 – 95. (Здобувачем обґрунтовано метод керування параметрами розподілу рідини гідравлічними розпилювачами).

3. В.І. Мельник Наукові основи екологічно ощадних технологій і технічних засобів для внесення рідких добрив та хімзахисту рослин //Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня д.т.н.// Харків: ХДТУСГ 2010. – с.43.

УДК: 662.75

ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО ШЛЯХОМ МОДИФІКАЦІЇ ЙОГО СКЛАДУ

Голубєв Р.М. аспірант, Скляр О.Г. к.т.н. професор

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

Анотація: У статті розглядаються сучасні методи підвищення експлуатаційних властивостей дизельного пального шляхом введення присадок, використання біокомпонентів та модифікації технології виробництва. Наведено результати експериментального дослідження впливу різних присадок на цетанове число, температуру застигання та показники екологічності. Обґрунтовано доцільність застосування синергетичних композицій присадок для досягнення оптимального балансу між паливною економічністю та зниженням викидів.

Ключові слова: дизельне пальне, присадки, цетанове число, температура застигання, біопаливо, експлуатаційні властивості.

1. Вступ

Дизельне пальне є одним з основних видів моторного пального, що широко використовується в транспорті, сільському господарстві та промисловості. Підвищення його експлуатаційних властивостей є актуальним у зв'язку зі

зростанням вимог до паливної економічності та екологічності. Одним із перспективних напрямків є вдосконалення складу пального шляхом введення модифікуючих добавок.

2. Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є вивчення впливу присадок і біокомпонентів на основні експлуатаційні показники дизельного пального та розробка оптимальної композиції для використання в умовах помірного клімату.

Завдання:

Оцінити вплив присадок на цетанове число, температуру застигання, вміст сірки та димність.

Визначити оптимальну концентрацію біодобавок.

Провести порівняльний аналіз модифікованого пального з базовим дизпаливом.

3. Методика дослідження

Для дослідження було обрано зразки базового дизельного пального (ДП-Євро5) та його суміші з наступними компонентами:

Ефіри жирних кислот (біокомпонент).

Присадки для покращення цетанового числа.

Депресорні присадки.

Фізико-хімічні властивості визначались згідно з ДСТУ ISO 5165, 3016, 3104.

4. Результати досліджень

Введення 5% біодизеля призвело до зменшення димності на 12% та підвищення цетанового числа на 2 одиниці. Додавання депресорної присадки зменшило температуру застигання з -20°C до -35°C . Комплексна дія присадок забезпечила покращення пускових властивостей двигуна при знижених температурах.

Таблиця 1. Порівняння експлуатаційних показників дизельного пального до та після модифікації

Показник	Базове пальне	Модифіковане
Цетанове число	51	54
Температура застигання, $^{\circ}\text{C}$	-20	-35
Димність, %	100	88
Вміст сірки, ppm	10	9

5. Висновки

Модифікація дизельного пального шляхом додавання біокомпонентів та функціональних присадок дозволяє суттєво покращити його експлуатаційні властивості, зокрема в умовах низьких температур. Перспективним є подальше вивчення впливу наноматеріалів і синергетичних добавок на процес згоряння та зменшення токсичності вихлопних газів.

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO 5165:2004. Нафтопродукти. Визначення цетанового числа дизельного пального за допомогою мотора [Чинний від 2006-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 14 с.
2. Чередниченко О.І. Альтернативні види палива: навчальний посібник / О.І. Чередниченко. – Харків: ХНАДУ, 2019. – 180 с.
3. Олійник О.В. Вплив біодобавок на експлуатаційні властивості дизельного пального / О.В. Олійник, М.С. Дмитрук // Науковий вісник Нац. транспортного ун-ту. – 2020. – № 55. – С. 45–51.
4. Литвин О.М. Підвищення енергоефективності дизельних двигунів за рахунок модифікації пального / О.М. Литвин, І.В. Шаповалов // Вісник ХНАДУ. – 2021. – № 94. – С. 67–72.
5. Василенко Ю.М. Моторні палива: сучасний стан і перспективи розвитку / Ю.М. Василенко // Транспортні технології. – 2018. – № 3. – С. 20–28.
6. Demirbas A. Biodiesel: A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines / A. Demirbas. – London: Springer, 2008. – 208 p.

УДК 631.362.3

ПІДВИЩЕННЯ РІВНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ ЗЕРНОВОГО ВОРОХУ В ЗОНІ ПНЕВМОСЕПАРАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ЖИВИЛЬНИКА ЗІ СТУПІНЧАСТОЮ СКАТНОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Хворост О.Г. к.тн. доцент, Філіпась О.В. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Для забезпечення необхідного діапазону швидкостей частинок зернової маси під час їх введення в зону пневмосепарації, що сприяє рівномірному розподілу матеріалу по глибині пневмоканалу, постає потреба в модернізації подаючої поверхні (живильника).

У межах розв'язання даної проблеми була запропонована, конструкція лотка живлення зі ступінчастою скатною поверхнею, яка забезпечує формування необхідного спектру швидкостей частинок завдяки їх взаємодії зі стінками уступів та внутрішній динаміці шару зернового вороху. Такий підхід дозволяє досягти рівномірного завантаження пневмосепаруючого каналу по всій його площині.

Подальший аналіз присвячено вивченню впливу уступу на кінематику руху частинок зернової маси (рис. 1) впродовж характерного проміжку часу, що відповідає одному періоду коливань. Період коливань становить:

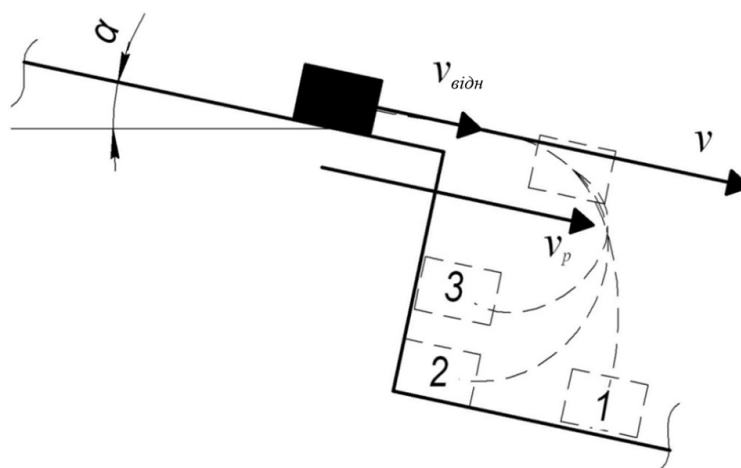


Рис. 1 – Схід частки зернового вороху з уступу живильного лотка.

Дослідження процесу сходу частинок з коливного уступу свідчить, що під час руху вороху по ступінчастій поверхні відбувається порушення суцільності потоку, і частинки зернової маси отримують різні швидкісні характеристики. При цьому приблизно половина частинок вороху зменшує свою швидкість, що сприяє більш рівномірному завантаженню пневмосепаруючого каналу. Водночас, точні значення розрахованих вихідних швидкостей частинок ускладнений через прийняті в моделюванні припущення. Проте, результати дослідження дозволяють стверджувати, що існуючий діапазон швидкостей частинок зернового вороху, які переміщуються по решітці серійної зерночисної машини зі швидкістю 0,3...0,53 м/с, може бути розширений завдяки проходженню ділянки з уступами.

Висновок. Максимальна швидкість частинок у такому випадку буде обмежена максимальною лінійною швидкістю решета, яка в більшості сучасних машин наближається до 0,6 м/с. Мінімальна ж швидкість вороху прагне до нуля, однак для розрахунків прийнято її значення на рівні 0,1 м/с.

Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеев, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.

2. Мельник В.И. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия / В.И. Мельник, А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No. 7, – 2001. с. 61-66.

3. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.

4. Мельник В.І. Багатодисковий розкидач мінеральних добрив з дозуючезрозкидаючими модулями / В.І. Мельник, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 1 (9), – 2018. с. 96-99.

5. Харченко С.А., Гаєк Е.А. Способ повышения эффективности процесса очистки воздушного потока и разработка циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. 2013. Вип.135. С. 87 – 92..

6. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дука-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.

7. Мельник В.І. Удосконалення роторного розкидача органічних добрив / В.І. Мельник, О.А. Романащенко, О.І. Анікеєв, Г.В. Фесенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 59-62.

УДК 631.354

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАЛЬНИХ РОБІТ ОБЧІСУВАЛЬНИМИ ЖНИВАРКАМИ

Пахучий А.М. к.т.н. доцент, Дьяконов С.О. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

У роботі розглядається проблема підвищення ефективності та надійності процесу збирання зернових культур в умовах сучасного сільського господарства України. Обґрунтовано доцільність застосування обчисувального методу збирання без скошування стебел, що дозволяє знизити енергоспоживання, зменшити втрати зерна та підвищити продуктивність збиральної техніки.

Один з ключових напрямів сільського господарства України – вирощування зернових. На обсяг врожаю зернових культур впливає безліч умов, серед яких є ті, на які ми не можемо вплинути (наприклад, сонячне випромінювання, температура повітря, дощі та інші природні явища), і ті, що піддаються контролю людини (вибір сортів, технології обробки ґрунту, внесення добрив, захист від бур'янів, шкідників та хвороб, використання регуляторів росту, зрошення та методи збирання врожаю). Максимальна врожайність зернових досягається тоді, коли керовані та некеровані фактори оптимально взаємодіють на кожному етапі росту, розвитку та збирання рослин. Враховуючи фактори, що позитивно чи негативно впливають на врожай, можна значно зменшити залежність від погодних умов і більш ефективно використовувати контрольовані людиною фактори, такі як способи збирання зерна

Розробка комбайнів традиційної конструкції зі збільшеною пропускною здатністю призводить до зростання їхньої ваги, споживання енергії та розмірів.

Наприклад, потужність двигуна комбайна 250 кВт, і майже 75% цієї енергії витрачається на подрібнення та струшування соломи. Однак для підвищення надійності процесу збирання зернових необхідно обґрунтувати організацію цього процесу. Саме тому ця робота зосереджена на пошуку ефективних технологічних рішень та підвищенні їхньої надійності під час збирання зернових культур.

Одним із багатообіцяючих напрямів удосконалення комбайнової техніки для збирання зернових є метод обчісування без скошування стебел. Застосування цього способу дозволяє збільшити продуктивність комбайнів у 1,5-2 рази, одночасно значно зменшуючи їхню потребу в енергії та кількості металу, що використовується у конструкції.

Специфіка цього методу полягає в тому, що спеціальний обчісувальний пристрій, який встановлюється на комбайн замість жатки, здійснює обмолот зерна прямо на корені. Зібране зерно разом із незначною кількістю домішок потрапляє до комбайна для подальшої очистки та обробки.

При цьому незернова частина врожаю, тобто обчесані стебла, не надходять до молотильно-сепаруючої системи комбайна, що суттєво збільшує його пропускну здатність. Оскільки зібрана маса складається на 60-90% із вільного зерна, 10-25% зерна у колосках (волотях) і лише до 10% дрібної соломи, значно скорочуються витрати енергії на сепарацію та обмолот у комбайні.

Порівняно з традиційним прямим комбайнуванням, цей метод має такі переваги: підвищення ефективності збирання зернових; зменшення втрат та пошкодження зерна; зниження енергоспоживання комбайна; скорочення тривалості збиральної кампанії та швидше звільнення полів для наступних посівів.

Обчісуюча жниварка для збирання зернових культур на корені має два обертових барабани, на яких жорстко закріплені робочі елементи у вигляді гребінок. Ці барабани розміщені всередині спеціальної обчісувальної камери, конструкція якої передбачає відкритий доступ рослин до барабанів лише знизу.

Для оптимізації процесу та запобігання перекиданню обмолоченої маси, гребінки першого барабана мають нахил у напрямку, протилежному його обертанню. Натомість, гребінки другого барабана орієнтовані в бік його обертання, що сприяє ефективнішому транспортуванню зібраного зерна до збірника.

У передній частині обчісувальної камери встановлені дільники, які спрямовують стебла рослин, формуючи рівномірний потік на ширині захвату пристрою. Нижня частина другого барабана закрита кожухом для кращого контролю потоку обмолоченої маси. У задній частині камери розташований шнек, основна функція якого полягає у збиранні та подальшому транспортуванні обчісаного вороху.

Під час роботи комбайна, обладнаного такою жниваркою, стебла зернових культур спочатку нахиляються переднім кожухом обчісувальної камери. Завдяки всмоктувальному повітряному потоку, створюваному обертанням барабанів, а також пружним властивостям самих стебел, вони подаються в зону обчісування

знизу камери. Гребінки барабанів здійснюють обмолот зерна без зрізання стебел. Отриманий ворох під дією гребінок і спрямованого повітряного потоку переміщується до шнека, який транспортує його у похилу камеру, а звідти – до молотилки комбайна для подальшої обробки.

Важливо відзначити, що такий обчисувальний пристрій, встановлений на транспортному засобі, забезпечує збирання обмолоченого вороху та може бути ефективно використаний у технологіях збирання зернових з індивідуально-потоковою схемою, де доочищення продуктів обмолоту відбувається на стаціонарних пунктах. Такий підхід дозволяє зменшити обсяги необхідних сховищ і знизити енергоємність стаціонарної обробки за рахунок відсутності великої кількості соломи у воросі, що підлягає очищенню.

Метою даної роботи є обґрунтування доцільності підвищення надійності та ефективності технологічного процесу збирання врожаю шляхом впровадження у виробництво комбайнів обчисувального типу. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити низку завдань, зокрема: сформулювати та обґрунтувати критерій оцінювання ефективності збиральних робіт.

На першому етапі визначаються конкретні кількісні показники, які характеризують техніко-економічні параметри збирання: кількість задіяних комбайнів (n_m), їх експлуатаційна продуктивність ($W_{ек}$), коефіцієнт змінності ($K_{зм}$), затрати праці ($З_n$), експлуатаційні витрати ($S_{ек}$) та загальна кількість отриманого врожаю (U_o). Ці показники є важливими, проте не відображають повної картини ефективності, оскільки розглядаються окремо та не враховують взаємозв'язки між ресурсами і результатами.

Більш інтегральним та інформативним показником виступає продуктивність на одного працівника (W_p), яка враховує кількість зібраного врожаю в розрахунку на одиницю людських ресурсів. Цей критерій є корисним при оптимізації кількості техніки залежно від площі полів та виробничих умов, особливо в умовах дефіциту робочої сили. Його основна перевага — наявність чітко вираженого екстремуму, що дозволяє використовувати його в моделюванні.

Втім, недоліком цього підходу є ігнорування економічного аспекту, зокрема — витрат на виконання робіт. Саме тому в системах проектування та організації аграрного виробництва широко застосовується інший критерій — мінімізація приведених витрат на одиницю виконаної роботи ($min \rightarrow S_a$). Такий підхід дозволяє забезпечити економічну доцільність, однак також має обмеження: він не завжди враховує вплив використаного збирального обладнання на кінцевий обсяг та якість продукції. Тому важливо враховувати комбінацію кількох критеріїв для досягнення збалансованої ефективності всього виробничого процесу.

Показник ефективності праці є цінним аналітичним інструментом для оцінки технологічних процесів, машинних комплексів і загальної організації виробництва. Однак його застосування потребує урахування конкретних виробничих умов. Наприклад, у ситуаціях, коли обмежувальними факторами є час або нестача робочої сили, доцільно орієнтуватись на мінімізацію трудовитрат

($Z_n \rightarrow \min$) або максимізацію продуктивності ($W_{np} \rightarrow \max$). У випадках, коли пріоритетом є економічна ефективність, доцільніше обирати стратегію, що передбачає зниження приведених витрат на одиницю площі ($S_a \rightarrow \min$).

Отже, для підвищення результативності технологічного процесу збирання зернових культур необхідно забезпечити зростання продуктивності комбайна ($W_{ек} \rightarrow \max$), що досягається шляхом удосконалення конструктивних характеристик обчисувального модуля, зокрема — робочих елементів типу гребінок, а також підвищення їх надійності та безвідмовності в експлуатації. Водночас важливо знижувати витрати на технічне обслуговування та ремонт, оскільки вони формують значну частину приведених витрат ($S_e \rightarrow \min$). Зменшення витрат можливе завдяки підвищенню довговічності та ремонтоздатності агрегатів. Крім того, необхідно мінімізувати втрати під час збирання ($V_{во} + V_{од} \rightarrow \min$) шляхом вдосконалення конструкції робочих органів обчисувального пристрою, а також зменшення інтенсивного зношування поверхонь обчисувальних елементів.

Проведене дослідження підтвердило доцільність використання обчисувального методу збирання зернових культур як ефективної альтернативи традиційним способам. Такий підхід дозволяє суттєво підвищити продуктивність збиральної техніки, зменшити втрати зерна та скоротити енергоспоживання за рахунок обмолоту зерна без скошування стебел. Аналіз критеріальних підходів до оцінювання ефективності технологічного процесу показав, що найбільш інформативним є показник ефективності праці, однак для досягнення збалансованих результатів необхідно враховувати комплекс взаємопов'язаних факторів — від технічних характеристик обладнання до економічних витрат і організаційних умов. Рекомендовано оптимізувати конструкцію обчисувальних модулів, зокрема гребінок, підвищуючи їх довговічність і надійність, а також зменшувати експлуатаційні витрати та втрати врожаю шляхом технічного вдосконалення.

Список використаних джерел

1. Козаченко О.В., Дьяконов С.О., Гончаров В.В., Пахучий А.М. Дослідження режимних параметрів обчисуючого барабану жниварки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ. 2019. Вип.199. С.388-396.
2. Пахучий А.М. Аналіз та напрямки підвищення ефективності жнивара обчисуючого типу. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2018. №13. С. 55-61.
3. Pakhuchyi A Experimental Substantiation of the Rational Parameters for a Reaping Machine of the Comb Type for Harvesting Oil Flax Seeds Kozachenko O., Pakhuchyi A., Shkregal O., Sorokin S, Dyakonov S., Gusarenko N, Kadenko V. // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. Vol 5, № 1 (107), 2020. с. 64 – 69.
4. Сисолін П.В., Коваль С.М., Іваненко І. Машина для збирання зернових культур методом обчисування колосків. Кіровоград, «КОД» 2010. 112 с.

5. Коваль С.М., Іваненко І.М., Івасюк В.В., Рожанський О.В. Революційні технології зернозбирання обчісуючими жниварками. Техніка АПК. 2013. №6. С. 8-10.

УДК 631.354.3

ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ОБЧІСАНОЇ СОЛОМИ

Пахучий А.М. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

У роботі проаналізовано основні напрями використання побічної продукції рослинництва в Україні, зокрема соломи зернових культур. Висвітлено традиційні та сучасні способи її застосування — як органічного добрива, мульчі в системах мінімального обробітку ґрунту та прямого посіву. Розкрито агроекологічні та економічні переваги цих підходів, а також вказано на технологічні обмеження й умови ефективного впровадження. Акцентовано важливість комплексного підходу до утилізації соломи з урахуванням локальних природно-господарських умов

В Україні щорічно утворюється понад 80 млн тонн побічної продукції рослинництва, а в сприятливі роки цей обсяг може сягати 100 млн тонн. Основну частину — близько 45–50 млн тонн — становить солома зернових і зернобобових культур. Традиційно солома широко застосовувалась у побуті та господарстві: для опалення, як корм і підстилка для худоби, у будівництві. Збирали її ретельно, адже вона мала значну господарську цінність. Інші види рослинних решток, зокрема стебла кукурудзи, соняшника, ріпаку та бурякова гичка, також використовувалися — переважно як паливо або корм.

Водночас збирання й зберігання цієї побічної продукції вимагає значних ресурсів. Наприклад, затрати праці на збирання та скиртування соломи у 2–3 рази перевищують аналогічні показники при збиранні зерна, а витрати палива — у 1,2–1,5 рази. Це спонукає аграріїв до пошуку більш ефективних і економічних способів утилізації соломи й рослинних залишків.

У сучасних умовах питання раціонального використання побічної продукції набуло нової актуальності. Воно розглядається комплексно, з урахуванням економічних, екологічних, енергетичних та регіональних чинників. Однозначна відповідь щодо найефективнішого використання соломи можлива лише з урахуванням конкретних умов кожного господарства.

Одним із найпоширеніших напрямів утилізації соломи зернових колосових культур є її використання як органічного добрива. Такий підхід є особливо популярним у країнах з розвинутим сільським господарством і поступово набуває поширення в Україні. Це зумовлено як агроекономічними умовами, так і необхідністю збереження родючості ґрунтів.

На тлі скорочення поголів'я великої рогатої худоби, а також обмеженого внесення органічних і мінеральних добрив, застосування післяжнивних решток, передусім соломи озимих культур, стає ключовим чинником підтримання

агрохімічного балансу. Використання соломи як добрива сприяє збереженню або навіть підвищенню рівня гумусу в ґрунті, уповільненню процесів деградації, а також загальному поліпшенню його структури та продуктивного потенціалу.

Використання соломи в умовах мінімальної обробки ґрунту дозволяє суттєво зменшити енерговитрати за рахунок скорочення кількості технологічних операцій і зменшення глибини обробітку. Для якісного загортання стерньових решток і соломи в таких системах застосовують стерньові культиватори, дискові борони та дискатори.

На важких ґрунтах доцільніше використовувати лапові робочі органи, тоді як на легких ґрунтах ефективнішими є дискові. Найкращих результатів у луценні стерні вдається досягти при комбінованому застосуванні різних типів робочих органів. Сучасні стерньові культиватори часто поєднують у собі рихлячі, загортаючі та прикочувальні елементи.

Оптимальний термін загортання рослинних решток збігається з традиційною агротехнікою — восени, одразу після збирання врожаю. Осіння закладка соломи забезпечує ефективну боротьбу з бур'янами і дозволяє рослинним решткам пройти початкові етапи розкладання до початку весняного посіву. Це знижує ризик азотного голодування у нової культури та зменшує вплив фітотоксичних сполук.

Весняне загортання соломи менш бажане, оскільки часто призводить до дефіциту доступного азоту в ґрунті. Застосування мінімальної обробітку ґрунту доцільне переважно в степових зонах, на добре гумусних ґрунтах із оптимальною щільністю, при вирощуванні озимих по чистому чи зайнятому пару, а також ярих по озимих і просапних культурах на чистих від бур'янів ділянках. Для просапних культур на засмічених і малогумусних землях перевага надається глибокому обробітку.

Прямий посів по обчісаній соломі передбачає висів насіння без попереднього обробітку поля — просто по залишках попередньої культури. Для цього застосовуються спеціалізовані сівалки, які обробляють лише вузькі смуги ґрунту, необхідні для внесення насіння. Ключовою вимогою цієї технології є мульчування поля післяжнивними рештками, зокрема соломною. Мульчуючий шар виконує низку важливих функцій: зберігає вологу в ґрунті, зменшує ризик ерозії (водної та вітрової), стабілізує температуру в прикореневому шарі. В залежності від властивостей ґрунту та кліматичних умов, солома залишається нерізаною або якісно подрібнюється, головне — забезпечити її рівномірне розподілення по поверхні поля.

Після збирання врожаю солома рівномірно вкриває поле й залишається до весни, утворюючи захисний мульчуючий шар. З часом він стабілізується й формується із решток зернових і просапних культур. Особливу роль у системі прямого посіву відіграють сидеральні культури — вони не тільки стримують деградацію ґрунтів, але й покращують їхню природну родючість.

Попри переваги прямого посіву, ця технологія має певні обмеження: необхідність у додатковому застосуванні гербіцидів (зокрема на основі гліфосату), оскільки механічне знищення бур'янів не використовується;

солом'яна мульча може сприяти розвитку хвороб і шкідників; під соломою ґрунт повільніше прогрівається навесні; можливе ущільнення ґрунту (на 0,1–0,2 г/см³) та зниження його водопроникності; агровиробник має постійно адаптуватися до змін у ґрунтових умовах, що потребує додаткових знань і практичної підготовки.

Щорічно в Україні утворюється значний обсяг побічної продукції рослинництва, зокрема соломи, що становить цінний ресурс для аграрного сектору. В умовах скорочення поголів'я худоби та дефіциту органічних добрив все більшого значення набуває раціональне використання соломи, насамперед як органічного добрива. Це сприяє збереженню гумусового стану ґрунтів, поліпшенню їх структури та родючості. Технології мінімального обробітку та прямого посіву з використанням соломи як мульчі відкривають додаткові можливості для економії енерговитрат, захисту ґрунтів від ерозії та стабілізації агроекологічного балансу. Водночас ефективність цих рішень залежить від правильного вибору техніки, врахування ґрунтово-кліматичних умов і готовності аграріїв до технологічної адаптації. Попри окремі труднощі, такі як потреба в гербіцидах чи ризики фітозахворювань, практика доводить, що комплексне і зважене використання соломи є важливим інструментом сталого агровиробництва в Україні.

Список використаних джерел

1. Пахучий А.М. Аналіз та напрямки підвищення ефективності жниварок обчісуючого типу. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2018. №13. С. 55-61.
2. Pakhuchyi A Experimental Substantiation of the Rational Parameters for a Reaping Machine of the Comb Type for Harvesting Oil Flax Seeds Kozachenko O., Pakhuchyi A., Shkregal O., Sorokin S, Dyakonov S., Gusarenko N, Kadenko V. // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. Vol 5, № 1 (107), 2020. с. 64 – 69.
3. Сисолін П. В., Коваль С. М., Іваненко І. М. Машини для збирання зернових культур методом обчісування колосків. «КОД». 2010. ISBN 978-966-1508-34-6.
4. Проблемна науково-дослідна лабораторія збирання зернових методом обчісування: історико бібліографічний нарис / ТДАТУ; укладач С. В. Вовченко; наук. ред. д. т. н., проф. О. М. Леженкін. Мелітополь, 2018. 38 с.

УДК 631.171

ОБҐРУНТУВАННЯ ДЕЯКИХ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНІКИ З ПРОТИЕРОЗІЙНИМИ ЗАХОДАМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Акіншин І.Е. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Виконано аналіз технології прямої сівби та мінімального обробку ґрунту з метою економії технічних та енергетичних ресурсів у забезпеченні високої оперативності польових робіт в умовах ризику розвитку водної та повітряної ерозії.

Величина врожаю визначається адаптивним і продуктивним потенціалами сортів, які в свою чергу реалізуються в тісному зв'язку з контрольованими і неконтрольованими факторами довкілля.

Тому, продовження послідовного засвоєння науково-обґрунтованих методів обробки поверхні поля, проведення протиерозійних заходів дозволяє підвищити продуктивність та стійкість землеробства. Не менш важливим фактором також є впровадження нових технологій обробки сільськогосподарських культур. За рахунок контрольованих (агротехнічних) факторів вирощування озимої пшениці формується структура посівів з оптимальною кількістю продуктивного стеблостою на одиниці площі, яка забезпечує найвищий урожай високоякісного зерна і насіння. Серед таких факторів є використання високоякісного насіння, умови зволоження, строки сівби і норми висіву. Важливо визначити оптимальне співвідношення цих факторів для вирощування озимої пшениці. Раціональне використання ґрунтів міститься у виборі систем обробки ґрунту найбільш відповідної даному типу ґрунту. У теперішній час широко використовується пряма сівба по стерні або у дернину пов'язана із попередньою обробкою поля гербіцидами без механічної обробки ґрунту. На сучасному етапі розвитку агротехніки основними завданнями механічного обробітку ґрунту є:

– створення у ґрунті сприятливих водно-повітряного та теплового режимів для відповідних культурних рослин; – забезпечення та адаптація у часі й просторі умов раціонального живлення вирощуваних культурних рослин; – боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами культурних рослин; – відповідне переміщення шарів ґрунту, органічних і мінеральних добрив та рослинних решток; – попередження вітрової та водної ерозій на посівних площах, забезпечення загальної та локальної екологічної безпеки агротехнічних прийомів.

Великі потенційні можливості технології прямої сівби та мінімальної обробки ґрунту міститься в економії робочої сили, обладнання та палива, у забезпеченні високої оперативності польових робіт в умовах обмеженого часу та стислих строків, у поліпшенні ґрунтових умов і зниження ризику розвитку водної та повітряної ерозії. При використанні вказаної технології необхідно врахувати потребу створення сівалок для проведення сівби по не обробленій поверхні

ґрунту.

Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Мельник В.И. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия / В.И. Мельник, А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No. 7, – 2001. с. 61-66.
3. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Ромашенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.
4. Циганенко М.О. Використання транспортних засобів при транспортуванні вантажів в аграрному виробництві. / М. Циганенко, І. Четверик // Матеріали XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України - К. -2024. 471-473с.
5. Циганенко М.О. Технічні та організаційні заходи забезпечення безперебійної роботи збиральної ланки. / М.О. Циганенко, Н.Р. Гнатюк, І.О. Четверик //Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв" Харків, ДБТУ. 24-25 листопада 2024р. с. 250-252.
6. Мельник В.І. Нові можливості при сумісних посівах кормових культур / В.І. Мельник, В.І. Пастухов, М.О. Циганенко, О.І. Анікеєв, В.В. Качанов // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 32-36.
7. Мельник В.І. Порівняльний аналіз використання тракторів вітчизняного виробництва на традиційній та енергозберігаючій технологіях вирощування сільськогосподарських культур / В.І. Мельник, О.І. Анікеєв, О.О. Купін // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 63-73.
8. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. – 49 - 54.

УДК 656.1.004

ВПЛИВ КОЕФІЦІЄНТА ПОВТОРНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ЗАГАЛЬНИЙ ОБСЯГ ТРАНСПОРТНИХ РОБІТ

Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Романащенко О.А. доцент,
Акіншин Д.Е. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено фактор зниження витрат на транспортні роботи це зменшення коефіцієнта повторності перевезень за рахунок удосконалення технології та організації виробництва продукції.

Від безперебійної та ритмічної роботи транспорту в окремих господарствах, продуктових підкомплексах та сільськогосподарських районах залежить ефективність АПК. На транспортуванні вантажів та вантажно-розвантажувальних роботах у сільськогосподарських підприємствах, доставці продукції рослинництва і тваринництва на переробку і на продаж, обслуговуванні підприємств переробної промисловості тощо використовується близько 40% нафтопродуктів із загальної кількості, що її витрачає агропромисловий комплекс. Кожний четвертий працівник залучається до виконання транспортних робіт. Витрати на перевезення вантажів і виконання вантажно-розвантажувальних робіт становлять 18—22% коштів на виробництво і реалізацію сільськогосподарської продукції. З підвищенням рівня інтенсивності сільського господарства питома вага транспортних витрат зростатиме. Тому зменшення транспортних витрат — значний резерв зниження собівартості сільськогосподарської продукції.

Планування вантажоперевезень. У господарствах застосовують як перспективне, так і поточне планування вантажоперевезень. При перспективному плануванні план вантажоперевезень є основою для визначення структури і розмірів транспортних засобів, а при поточному — сприяє скороченню витрат на транспортування за рахунок зменшення обсягів транспортних робіт і використовується для раціонального розподілу перевезень за видами транспорту. Методи перспективного і поточного планування розрізняються тільки тим, що перше здійснюють згідно з даними перспективних планів, а друге — на основі більш детальної інформації поточних планів.

Важливим фактором зниження витрат на транспортні роботи є зменшення коефіцієнта повторності перевезень за рахунок удосконалення технології та організації виробництва продукції. Наприклад, агро-юа Первомайського району, поля якого розташовані на відстані 10—15 км від цукрового заводу, а господарство планує на майбутній рік зібрати 60% цукрових буряків потоковим способом (коефіцієнт повторності — 1,0) і 40% потоково-перевалочним (коефіцієнт повторності — 2,0). Загальний коефіцієнт повторності буряків становитиме 1,4 проти 1,7 в передплановому році. Це дозволить скоротити обсяг перевезень на 4,2 тис. тонн.

Ефективність вантажоперевезень значною мірою залежить від їх

обґрунтованого планування в часі й просторі. Для того щоб усі види транспорту використовувались у господарстві найефективніше, треба вивчити обсяги перевезень вантажів і вантажообіг за періодами року для забезпечення більш рівномірного завантаження транспортних засобів протягом року, з урахуванням терміновості перевезень..

Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноруцький, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.

2. Мельник В.И. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия / В.И. Мельник, А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No. 7, – 2001. с. 61-66.

3. Циганенко М.О. Використання транспортних засобів при транспортуванні вантажів в аграрному виробництві. / М. Циганенко, І. Четверик // Матеріали XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України - К. -2024. 471-473с.

4. Циганенко М.О. Технічні та організаційні заходи забезпечення безперебійної роботи збиральної ланки. / М.О. Циганенко, Н.Р. Гнатюк, І.О. Четверик //Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв" Харків, ДБТУ. 24-25 листопада 2024р. с. 250-252.

5. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.

6. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дукат-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.

7. Мельник В.І. Нові можливості при сумісних посівах кормових культур / В.І. Мельник, В.І. Пастухов, М.О. Циганенко, О.І. Анікеєв, В.В. Качанов // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 32-36.

8. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. – 49 - 54.

УДК 631.171

ВИКОРИСТАННЯМ GPS НАВІГАЦІЇ ПРИ ОБҐРУНТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ МАРШРУТІВ

Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Лисенко І.О. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто етапи та ефективність використання GPS навігації при обґрунтування транспортних маршрутів

GPS-контроль – це система моніторингу рухомих об'єктів, створена на основі систем супутникової навігації, технологій стільникового зв'язку, спеціалізованого обладнання, обчислювальної техніки і цифрових карт.

На транспортний засіб встановлюється бортовий пристрій для моніторингу транспорту, який за GPS-сигналами визначає місце розташування і швидкість транспортного засобу, зчитує дані з різних датчиків і передає ці дані по каналах мобільного зв'язку (GPRS) до диспетчерського центру.

Використовуючи дану систему, можна контролювати такі параметри:

місце розташування та маршрути пересування всієї техніки;

витрати палива в русі, витрати палива під час стоянок, витрати палива під час виконання робіт на полях, витрати палива на 1 гектар обробленої площі;

час в'їзду і виїзду з поля, час простоїв і виконання польових робіт;

площа оброблених ділянок полів.

Закордонний досвід та практика підтверджують той факт, що сільське господарство – та галузь господарської діяльності, де окупність систем моніторингу є найвищою.

Тож загальна економія досягається в основному за рахунок таких чинників: значне зниження витрати палива; виключення використання техніки не за призначенням; (всі переміщення і швидкість руху техніки, час і місця стоянок відображаються на комп'ютері. Стає неможливим використовувати техніку, окрім як за її прямим призначенням. Це запорука того, що техніка не заїде «випадково» на чуже поле, або авто із продукцією поїде за недозволим маршрутом); зниження ймовірності розкрадання продукції; підвищення керованості транспортного парку та дисципліни працівників.

Впровадження системи супутникової навігації робить ситуацію з парком техніки повністю передбачуваною і керованою. Де б ви не знаходилися, якщо у вас є ноутбук (або інший гаджет) та інтернет, ви побачите, що робить ваша техніка. Ви зможете оперативно приймати рішення, ґрунтуючись на реальних даних, переданих бортовими навігаційними контролерами. А ваші працівники, відчуваючи такий контроль, вільно чи мимоволі стають більш дисциплінованими і відповідальними.

Тандем «GPS-моніторинг + точне землеробство» сприятимуть просуненню багатьох наукових розробок у сфері оптимізації використання земель, оптимізації використання насінницького матеріалу, ефективному використанню як зволених земель, так і ділянок, які мають недостатню вологість.

Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Мельник В.И. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия / В.И. Мельник, А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No. 7, – 2001. с. 61-66.
3. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.
4. Циганенко М.О. Оптимізація умов роботи транспортних засобів та обґрунтування коефіцієнта використання вантажопідйомності. / М. Циганенко, В. Бурлака, Н. Гнатюк // Матеріали XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України - К. -2024. 469-471с.
5. Циганенко М.О. Підвищення ефективності використання технічних засобів в рослинництві за рахунок використання супутникової системи навігації / М.О. Циганенко, В. І. Жила, О. А. Романащенко, Г. С. Момот // The 5th International scientific and practical conference “Future of science: innovations and perspectives” (March 24-26, 2025) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2025. 14-18с.
6. Мельник В.И. Удосконалення роторного розкидача органічних добрив / В.И. Мельник, О.А. Романащенко, О.І. Анікеєв, Г.В. Фесенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 59-62.
7. Мельник В.И. Порівняльний аналіз використання тракторів вітчизняного виробництва на традиційній та енергозберігаючій технологіях вирощування сільськогосподарських культур / В.И. Мельник, О.І. Анікеєв, О.О. Купін // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 63-73.
8. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. – 49 - 54.

УДК 631.171

ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПІД ЧАС ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВРОЖАЮ

Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Плужник О.В. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто шляхи більш ефективно використовувати вантажопідйомність транспортних засобів з метою підвищення продуктивності транспортних засобів.

Головне завдання транспорту — забезпечити ритмічність виробничого процесу, швидкий і планомірний рух вантажів і робочої сили. Без цього виробництво зупиняється. Особливо це стосується підприємств з безперервним процесом виробництва. Так, якщо вийдуть з ладу транспортні засоби, що доставляють зерно від комбайна на зернотік, практично припиниться процес збирання.

Сучасне сільськогосподарське виробництво потребує чіткого транспортного забезпечення. Особливо гостро це проявляється в період масового збирання і вивозу сільськогосподарської продукції, коли існує проблема нестачі транспортних засобів. При вирішенні цієї проблеми ми стикаємося з необхідністю більш ефективно використовувати вантажопідйомність транспортних засобів. Чим більша вантажопідйомність транспортного засобу, тим кращий коефіцієнт використання вантажопідйомності. Забезпечення об'ємів перевезень, підвищення ефективності роботи автотранспорту, скорочення транспортних витрат неможливі без широкого впровадження та використання прогресивних методів транспортних перевезень.

При правильній організації системи збирання врожаю, економічний ефект складається із зниження загальної трудомісткості навантажувально-розвантажувальних робіт, скорочення затрат на збирання та транспортування врожаю.

Вибір типу транспортних засобів для перевезення врожаю визначається перш за все високопродуктивним їх використанням в конкретних умовах експлуатації і повного задоволення запитів в перевезеннях.

За різних умов вибір типу і марки транспорту залежить від технології збирально-транспортних робіт, і врахування того, що масові перевезення доцільно виконувати автомобілями середньої та великої вантажності (5-10т) на середні та великі відстані, а на невеликі відстані найбільш економічними є трактори з причепами. Аналіз тривалості транспортного циклу автомобілів показує, що основні резерви підвищення їх продуктивності – зменшення витрат часу на виконання операцій навантаження і розвантаження.

Для планування, обліку, аналізу і оцінки роботи рухомого складу сільськогосподарського транспорту встановлена система показників, що дозволяє оцінювати ступінь його використання, результати і ефективність роботи.

Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Мельник В.И. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия / В.И. Мельник, А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No. 7, – 2001. с. 61-66.
3. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.
4. Циганенко М.О. Вплив транспортних засобів на рівень собівартості сільськогосподарської продукції./ М. Циганенко, І. Владіміров, Д. Іванов // Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції « Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». - Кропивницький. -2023. 221-222с.
5. Циганенко М.О. Оптимізація умов роботи транспортних засобів та обґрунтування коефіцієнта використання вантажопідйомності. / М. Циганенко, В. Бурлака, Н. Гнатюк // Матеріали XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України - К. -2024. 469-471с.
6. Мельник В.І. Удосконалення роторного розкидача органічних добрив / В.І. Мельник, О.А. Романащенко, О.І. Анікеєв, Г.В. Фесенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 59-62.
7. Мельник В.І. Порівняльний аналіз використання тракторів вітчизняного виробництва на традиційній та енергозберігаючій технологіях вирощування сільськогосподарських культур / В.І. Мельник, О.І. Анікеєв, О.О. Купін // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 63-73.
8. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. – 49 - 54.

УДК 631.171

ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ТРАНСПОРТНИХ РОБІТ ПРИ ВИКОНАННІ РІЧНОГО ПЛАНУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Циганенко М.О. к.т.н. доцент, Лещенко П.Ю. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Зроблено пропозицію в напрямку зниження собівартості сільськогосподарських перевезень, особливо під час масових позагосподарських перевезень вантажів власним транспортом а також залученим автотранспортом.

Зниженню транспортних витрат під час внутрішньогосподарських перевезень сприяє також раціональне поєднання окремих видів транспорту в господарстві. Для сільськогосподарських підприємств це дуже важливо, оскільки доводиться транспортувати найрізноманітніші вантажі (об'ємна маса їх коливається в межах від 0,03—0,06 т/м³ — сіно до 1,4—2,0 т — камінь), з великим діапазоном відстаней перевезень і дорожніх умов. Визначаючи сфери раціонального використання окремих видів транспорту в господарстві, критерієм ефективності слід уважати зниження собівартості перевезень, звичайно, за умов додержання строків транспортування окремих вантажів, визначених технологією. Для більш детальних розрахунків, особливо при перспективному плануванні, таким критерієм має бути скорочення питомих приведених витрат

На більшості сільськогосподарських перевезень, особливо позагосподарських і хорошими дорогами, найнижчу собівартість забезпечують автомобілі, на долю яких (власних і залучених з інших організацій) припадає 50—60% вантажів і 70—80% вантажообігу.

Тракторним транспортом у аграрних підприємствах перевозять 35—40% вантажів. Трактори з причепами доцільно використовувати на відстань не більше 5 км. Причому трактори, що використовуються тільки як транспортні засоби, слід застосовувати на внутрішньогосподарських перевезеннях кормів, органічних добрив, будівельних матеріалів за умови повного завантаження і агрегування їх з причепами, що мають низьку вартість або тривалі строки використання протягом року (роздавачі кормів). Використання на транспортних роботах тракторів у порядку їх додаткового завантаження, що є типовим для всіх господарств, виправдовує себе практично на всіх внутрішньогосподарських перевезеннях. Це дає змогу значно підвищити річне завантаження тракторів, знизити собівартість механізованих робіт, підвищити річний зарібок механізаторів. Оснащення сільськогосподарських підприємств достатньою кількістю тракторних причепів, які менш металомісткі, ніж автомобілі, і простіші у виготовленні, сприяє значному здешевленню внутрішньогосподарських транспортних робіт.

У кожному господарстві основну масу внутрішньогосподарських перевезень (технологічні транспортні роботи) доцільно здійснювати власним

транспорт, а вивезення продукції на заготівельні пункти, завезення добрив, нафтопродуктів, техніки тощо — і власним, і залученим автотранспортом, що буде ефективно з погляду як підприємства, так і народного господарства.

Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноруцький, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.

2. Мельник В.И. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия / В.И. Мельник, А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No. 7, – 2001. с. 61-66.

3. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.

4. Циганенко М.О. Оптимізація умов роботи транспортних засобів та обґрунтування коефіцієнта використання вантажопідйомності. / М. Циганенко, В. Бурлака, Н. Гнатюк // Матеріали XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України К. 2024. 469-471с.

5. Мельник В.И. Удосконалення роторного розкидача органічних добрив / В.И. Мельник, О.А. Романащенко, О.І. Анікеєв, Г.В. Фесенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 59-62.

6. Мельник В.И. Порівняльний аналіз використання тракторів вітчизняного виробництва на традиційній та енергозберігаючій технології вирощування сільськогосподарських культур / В.И. Мельник, О.І. Анікеєв, О.О. Купін // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 63-73.

7. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, №7. Polish Academy of Sciences. 2016. 49-54.

УДК 631.333

РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МАШИНИ
ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Хоменко С.М. к.т.н., Герук С.М. к.т.н. доцент с.н.с.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м.Житомир

Представлено результати експериментальних досліджень машини для внесення твердих органічних добрив і встановлено раціональні параметри її фізичної моделі. Доведено працездатність дослідного зразка машини у польових умовах.

Для внесення твердих органічних добрив (ТОД) на полях України здебільшого використовуються кузовні машини з горизонтальними барабанами та розкидачі. Їхня конструкція має недоліки, які призводять до нерівномірного розподілу добрив, що негативно впливає на родючість ґрунтів. Машини з вертикальними барабанами, пропонувані промисловістю, зазвичай орієнтовані на великі господарства і характеризуються високою вантажопідйомністю, енергоємністю та вартістю, а також вимагають використання високоякісних добрив.

Розробка машин (ТОД) для внесення мінеральних добрив середньої вантажопідйомності, які відповідають агротехнічним вимогам і забезпечують поліпшення якості та продуктивності процесу внесення, а також надійну експлуатацію в умовах наших господарств, залишається актуальним питанням для сільськогосподарського виробництва.

Автори цієї роботи, з метою забезпечення високої якості внесення добрив, розробили низку нових конструкцій барабанів для машин, які використовуються для внесення твердих органічних добрив ТОД [1,6,7]. Ці барабани обладнані чверть- та півеліпсними робочими елементами, що представлені на рисунку 1.

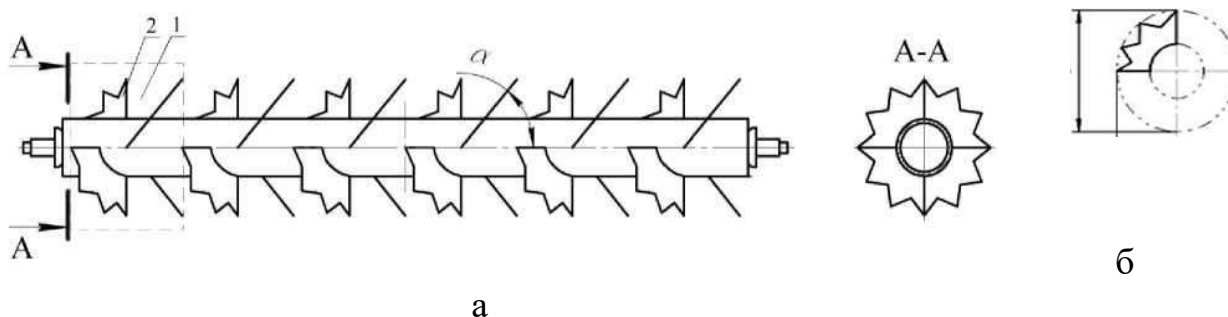


Рис. 1 - Запропонований подрібнювальний барабан (а) і його робочий орган (б):
1 - чвертьеліпсний подрібнювач; 2 - чвертьеліпсна зубчаста лопатка

Щоб оцінити аналітичні передумови функціонування запропонованої конструкції робочих органів, барабанів та всієї машини загалом, слід було виконати ряд експериментальних досліджень.

Метод проведення дослідження. У процесі дослідження фізичної моделі застосовувалася методика планування некомпозиційного симетричного плану

Бокса-Бенкін другого порядку для трьох факторів. Для аналізу результатів експерименту використовувалися такі програмні пакети: 8ШІ5Ііса 7 для рандомізації порядку проведення дослідів, МаіСад 14 для обробки результатів планування Бокса-Бенкін другого порядку, а також Маріс 11 для вивчення рівняння регресії і побудови поверхонь відгуку.

Коефіцієнти регресії моделі, після реалізації плану експерименту, визначали згідно з джерелом [5]. Для вивчення рівняння регресії застосовували метод двомірних перетинів [4, 5]. У дослідженнях фізичної моделі та дослідного зразка машини для внесення твердих органічних добрив використовували РД 10 7.2-89 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для внесения твердых органических удобрений. Программа и методы испытаний» [8].

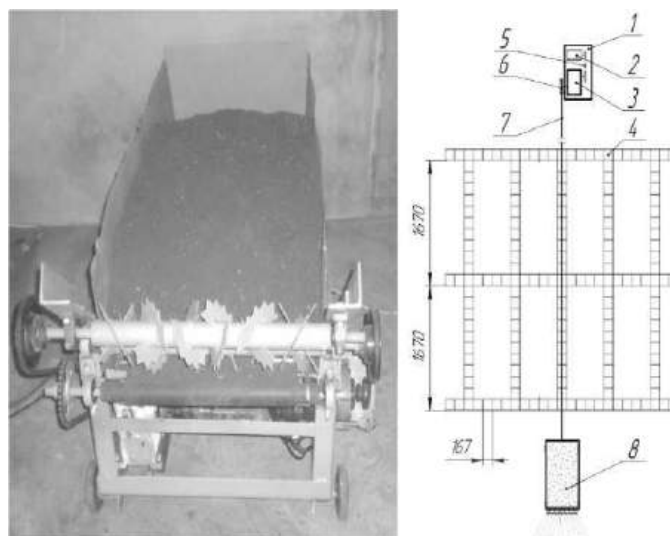


Рис. 1 - Загальний вигляд лабораторної установки для дослідження фізичної моделі (а) і схема її роботи: 1 - привідна станція; 2 - електродвигун постійного струму; 3 - редуктор; 4 - стрічка; 5 - пасова передача; 6 - привідний шків ($p = 250$ мм); 7 - трос; 8 - фізична модель машини для внесення органічних добрив

Критерієм оптимізації була нерівномірність внесення ТОД.

Таблиця 1 - Рівні варіювання факторів при плануванні експерименту для дослідження фізичної моделі машини для внесення ТОД

Фактори	X_1	X_2	X_3
	Кількість обертів розкидального барабану n_{pb} , об/хв	Швидкість транспортера U_t , град	Швидкість машини U , м/с м
Основний рівень (X)	1200	0,033	1,1
Інтервали варіювання (XX_i)	400	0,027	0,59
Верхній рівень ($x = 1$)	1600	0,060	1,69
Нижній рівень ($x = -1$)	800	0,006	0,51

Кодування факторів проводили у відповідності з [5].

В результаті розрахунків коефіцієнтів регресії отримуємо математичну

модель другого порядку (1):

$$y = 16,9614 + 6,1833x_1 + 4,4333x_3 + 28,1864x_1^2 + 6,7697x_2^2 + 3,6864x_3^2, \quad (1)$$

де y – критерій оптимізації (нерівномірність внесення добрив), %.

Для використання отриманої моделі в якості розрахункової формули проводимо її розкодування:

$$\begin{aligned} \mathcal{Q} = & 266,7504 - 0,4073n_{\text{рбм}} - 15,7841v_{\text{мм}} - 612,8947v_{\text{тм}} + \\ & + 0,00018n_{\text{рбм}}^2 + 9286,2826v_{\text{тм}}^2 + 10,5901v_{\text{мм}}^2, \end{aligned} \quad (2)$$

де $\mathcal{Q}$ – нерівномірність внесення добрив, %.

Для аналізу рівняння регресії (2) використали метод двовірних перетинів.

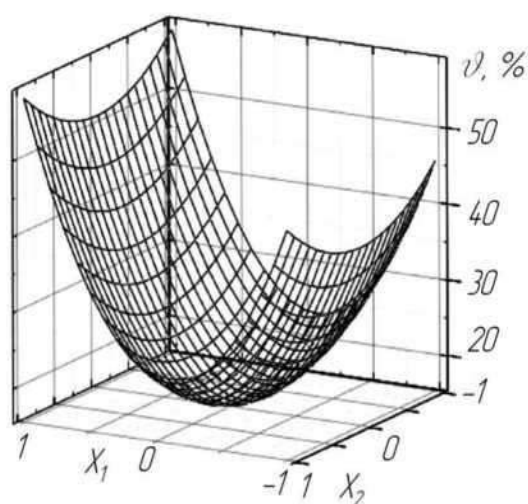
Для побудови двовірного перетину поверхні відгуку, що характеризує нерівномірність розподілення добрив в залежності від кількості обертів розкидального барабана (x) і швидкості транспортера (x), у рівняння підставляли значення $x=0$. В результаті отримали рівняння у канонічній формі:

$$Y - 16,6223 = 28,1864X_2^2 + 6,7697X_2^2 \quad (3)$$

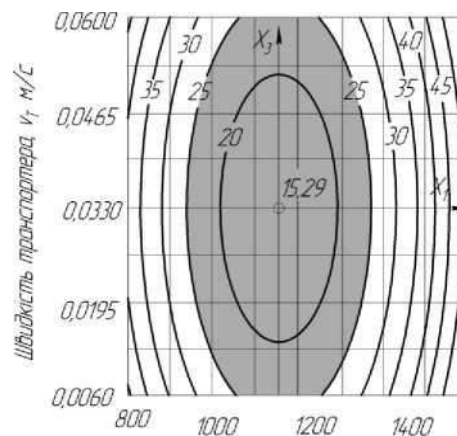
З графіків (рис. 2) видно, що мінімальна нерівномірність $\mathcal{Q}=15,29$ % забезпечується при ~ 1156 об/хв, от - 0,033 м/с. Ступінь нерівномірності $\mathcal{Q} < 25$ % забезпечується при $n_{\text{рб}} = 940 \dots 1390$ об/хв і от = 0,006... 0,060 м/с.

Побудова двовірного перетину поверхні відгуку, що характеризує нерівномірність розподілення добрив в залежності від кількості обертів розкидального барабана (x) і швидкості руху трактора (x) представлена на рис. 3, а рівняння (2) у канонічній формі при значенні $x=0$ записали наступним чином:

$$Y - 15,2894 = 28,1864X_2^2 + 3,6864X_2^2. \quad (4)$$



а



б

Рис. 2 - Графік (а) та двовірний перетин (б) поверхні відгуку, що характеризує нерівномірність розподілення добрив при $X_3=0$

З графіків (рис. 3) видно, що мінімальна нерівномірність $\mathcal{Q}=15,29$ % забезпечується при $n_{\text{рб}} - 1156$ об/хв, $u_{\text{м}} - 0,75$ м/с. Ступінь нерівномірності $\mathcal{Q} < 25$

% забезпечується при $= 920 \dots 1405$ об/хв і $o_m = 0,510 \dots 1,690$ м/с.

Побудова двомірного перетину поверхні відгуку, що характеризує нерівномірність розподілення добрив в залежності від швидкості транспортера (x) і швидкості руху трактора (y) представлена на рис. 4, а рівняння (2) у канонічній формі при значенні $x=0$ записали наступним чином:

$$7 - 15,6285 = 6,7697X_2^2 + 3,6864X_3^2. \quad (5)$$

Кут повороту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку для даного випадку $a = 0^\circ$.

$$7 - 15,6285 = 6,7697X_2^2 + 3,6864X_3^2. \quad (6)$$

Кут повороту нових координатних осей в центрі поверхні відгуку для даного випадку $a = 0^\circ$.

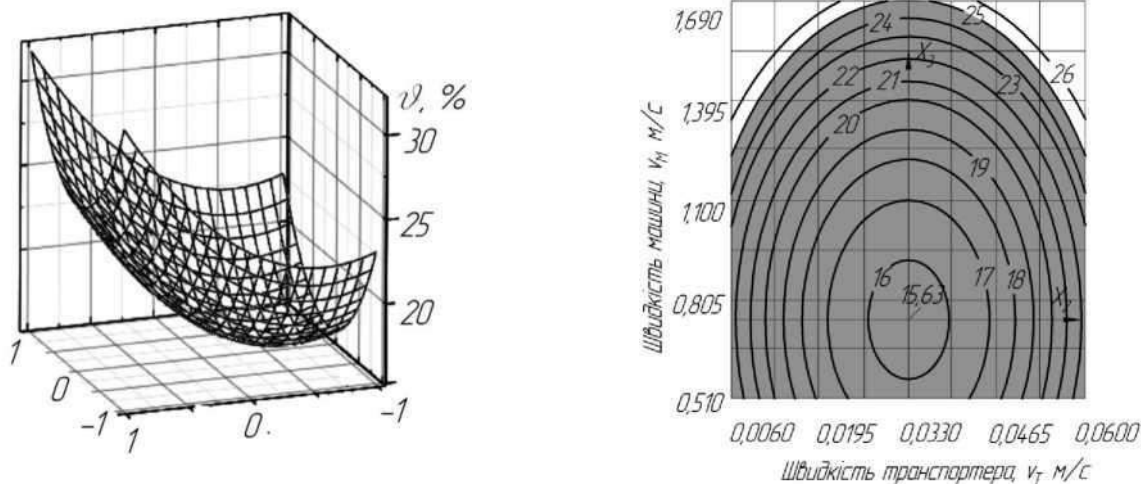


Рис. 3 - Графік (а) та двомірний перетин (б) поверхні відгуку, що характеризує нерівномірність розподілення добрив при $=0$

З графіків (рис. 3) видно, що мінімальна нерівномірність $z = 15,63$ % забезпечується при $o_m = 0,033$ м/с, $u_m = 0,75$ м/с. Ступінь нерівномірності $z < 25\%$ забезпечується практично для всіх значень u_m і для $o_m < 1,2$ м/с.

У процесі випробувань перевіряли забезпечення машиною агротехнічних вимог щодо внесення добрив відповідно до РД 10 7.2-89, а також порівнювали з роботою серійних розкидачів, що працювали в таких же умовах.

Результати випробувань для експериментального зразка і серійних розкидачів зведено в таблицю 3.

Таблиця 3 - Результати польових випробувань

Показник	Значення показника для машини	
	Дослідний зразок	МТО-6
Вантажопідйомність, т	6	6
Агрегатування	1,4 (МТЗ-80)	
Кількість обертів ВВП трактора, об/хв	540	
Робоча швидкість, км/год	9,43	9,43
Доза внесення добрив, т/га	20	20
Робоча ширина внесення добрив, м	8	6
Нерівномірність внесення дози добрив, % - за робочою шириною	20,7	35,2

- за напрямком руху	12,8	26,4

З табл. 3 видно, що дослідний зразок забезпечує вищі показники якості внесення добрив порівняно з серійними машинами

Висновки

1. Раціональні значення кількості обертів розкидального барабану фізичної моделі машини для внесення ТОД знаходяться в межах $\text{прб} = 920.1405$ об/хв, швидкості руху машини - $\text{ом} = 0,510.1,2$ м/с, швидкості подачі транспортера - $\text{г} > 0,006.0,060$ м/с. При цьому забезпечується нерівномірність розподілення добрив $\% < 25$ %, що задовольняє агроумови. Для забезпечення мінімальної нерівномірності внесення добрив $\% = 15,29.15,63$ % раціональні значення конструктивних і технологічних параметрів фізичної моделі становлять: $\text{прб} - 1156$ об/хв, $\text{от} \sim 0,033$ м/с, $\text{ом} - 0,75$ м/с (при коефіцієнт геометричної подібності фізичної моделі $K=3$).

2. Доведена роботоздатність розробленого дослідного зразка машини в результаті успішних виробничих випробувань. Порівняно з базовою машиною МТО-6 забезпечується збільшення робочої ширини захвату з 6 м до 8 м та зменшення нерівномірності внесення добрив за шириною захвату з 35,2% до 20,7 %.

Список використаних джерел

1. Герук С.М. Удосконалення машин для внесення твердих органічних добрив / С.М. Герук, С.М. Хоменко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. - Харків: ХНТУСГ, 2007. - Вип. 59: Механізація сільськогосподарського виробництва. - Т. 2. - С. 103 - 108.

2. Лашук А.Д. Внесение органических удобрений машиной с эллипсо-дисковыми рабочими органами: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / Лашук Александр Дмитриевич. - Минск, 1990. - 203 с.

3 Марченко Н.М. Механизация внесения органических удобрений / Н.М. Марченко, Г.И. Личман, А.Е. Шебалкин. - М.: ВО «Агропромиздат», 1990. 207 с.

4. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин. - 2-е изд. перераб. и доп. - Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1980. - 168 с.

5. Новик Ф.С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов / Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов. - М.: Машиностроение, София: Техника, 1980. - 304 с.

6. Пат. 83293 Україна, МПК А01С 3/06. Розкидач органічних добрив / А.С.Малиновський, С.М. Герук, С.М. Хоменко [та ін.]; заявник Державний вищий навчальний заклад «Державний агроєкологічний університет». - № а 2006 10636; заявл. 07.11.2006; опублік. 25.06.2008, Бюл. №7, 2008.

7. Пат. 88754 Україна, МПК А01С 3/06. Розкидач органічних добрив / С.М. Герук, С.М. Хоменко, С.С. Герук; заявник С.М. Хоменко. - № а200901541; заявл. 23.02.2009; опублік. 10.11.2009, Бюл. № 21, 2009.

8. РД 10 7.2-89 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для внесения твердых органических удобрений. Программа и метод испытаний».- 76 с.

9. Хоменко С.М. Обґрунтування швидкості руху фізичної моделі машини для внесення органічних добрив / С.М. Хоменко // Вісник ЖНАЕУ.- Житомир, 2009. - Вип. 1 (24). - С. 278 - 282.

10. Шебалкин А.Е. Выбор типа и обоснование параметров дозирующих и распределяющих устройств большегрузных машин для внесения твердых органических удобрений: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» / Шебалкин Анатолий Егорович; «ВИМ». - М., 1986. - 15 с.

УДК 631.3

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗБИРАННЯ: ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПЕРЕДЗБИРАЛЬНОЇ ДЕСИКАЦІЇ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ

Барабаш Г.І. к.т.н. доцент

Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Передзбиральна десикація посівів соняшнику є важливим агротехнічним заходом, спрямованим на прискорення дозрівання, зниження вологості насіння та вегетативної маси, що полегшує та підвищує ефективність збирання врожаю. Правильне застосування цієї операційної технології дозволяє не лише скоротити терміни збирання та зменшити втрати, але й покращити якість насіння, знизити ризик розвитку хвороб та підвищити рентабельність вирощування соняшнику [1].

Основні матеріали дослідження.

Операційно-технологічні аспекти передзбиральної десикації [2].:

Успішне проведення передзбиральної десикації вимагає чіткого розуміння та дотримання ряду операційно-технологічних аспектів:

Визначення оптимального терміну проведення десикації: ключовим фактором ефективності десикації є правильне визначення фази розвитку культури. Оптимальним часом для проведення обробки є період фізіологічної стиглості насіння, коли його вологість становить 25-35%. Занадто рання десикація може призвести до зниження врожайності та погіршення якості насіння (зменшення олійності та маси 1000 насінин), а запізнена – до недостатнього підсушування вегетативної маси та ускладнення збирання.

Вибір десиканту та визначення норми його внесення: на ринку представлений широкий спектр десикантів на основі різних діючих речовин (гліфосат, дикват, глюфосинат амонію). Вибір конкретного препарату та норми його внесення залежить від фази розвитку культури, ступеня зрілості посіву, погодних умов та наявної техніки для обприскування. Важливо враховувати рекомендації виробника та результати агрохімічного обстеження полів.

Технологія внесення десиканту: якість проведення десикації значною

мірою залежить від правильності застосування обприскувача. Необхідно забезпечити рівномірне покриття всієї площі посіву робочим розчином. Рекомендується використовувати обприскувачі з дрібнокрапельним розпиленням та дотримуватися рекомендованої швидкості руху агрегату та витрати робочої рідини (зазвичай 200-300 л/га). Для мінімізації зносу препарату вітром обприскування краще проводити у ранкові або вечірні години при швидкості вітру не більше 3-4 м/с.

Врахування погодних умов: ефективність десикації значною мірою залежить від погодних умов після обприскування. Оптимальними є теплі та сонячні дні без опадів протягом 5-7 днів після внесення препарату. Дощ, що випав протягом кількох годин після обробки, може значно знизити ефективність десиканту.

Строки збирання після десикації: збирання врожаю зазвичай розпочинають через 7-14 днів після проведення десикації, залежно від діючої речовини препарату та погодних умов. Важливо не затягувати зі збиранням, оскільки пересушене насіння може стати більш крихким і схильним до осипання.

Практичні стратегії для агровиробників [3]:

- Ретельний моніторинг стану посівів: регулярний огляд полів для визначення оптимальної фази розвитку соняшнику для проведення десикації є запорукою її ефективності.
- Консультації з агрономами: залучення кваліфікованих спеціалістів для визначення оптимального терміну, вибору десиканту та розрахунку норми його внесення з урахуванням конкретних умов поля.
- Використання якісної техніки для обприскування: забезпечення наявності справних та правильно налаштованих обприскувачів, що забезпечують рівномірне внесення робочого розчину.
- Дотримання технології внесення: суворе дотримання рекомендацій щодо швидкості руху агрегату, витрати робочої рідини та часу проведення обприскування для досягнення максимального ефекту.
- Прогнозування погодних умов: врахування прогнозу погоди перед проведенням десикації для мінімізації ризику змивання препарату опадами.
- Оптимізація логістики збирання: планування збиральних робіт з урахуванням строків настання технічної стиглості після десикації для мінімізації втрат врожаю.

Висновок. Передзбиральна десикація є важливим елементом операційної технології вирощування соняшнику, що дозволяє оптимізувати процес збирання та підвищити якість врожаю. Правильне застосування цієї технології, що включає точне визначення термінів проведення, обґрунтований вибір десиканту, дотримання технології внесення та врахування погодних умов, є запорукою ефективного та економічно вигідного виробництва соняшнику. Агровиробникам слід приділяти особливу увагу кожному операційно-технологічному аспекту десикації для розкриття повного потенціалу врожаю.

Список використаних джерел

1. Операційна технологія виробництва соняшнику в умовах лісостепу Сумської області: навчальний посібник / Г.І. Барабаш, Л.М. Шуляк, В.М. Зубко, Б.О. Саржанов, Л.М. Батюк – СНАУ. – Суми .- 2025.– 230 с.
2. Інноваційні агротехнології: [монографія]; Мазоренко Д.І., Мазнев Г.Є., Тіщенко Л.М., Бобловський О.Ю., Гаврилович Н.Ю., Красноручський О.О., Артеменко О.О., Заїка С.О. Харків: ХНТУСГ, 2007. 385 с.
3. Васильковська К.В. Андрієнко О.О. Шепілова Т.П. – Ефективність агродронів в системі точного землеробства. Меліорація, землеробство, рослинництво Аграрні інновації. 2023. № 17 . с. 13-18. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.2>

УДК 631.37

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ ТА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ АГРЕГАТІВ

Шуляк М.Л. д.т.н. професор

Сумський національний аграрний університет

Головною проблемою ефективного використання транспортних та транспортно-технологічних агрегатів є постійне зростання вимог до експлуатаційних характеристик цих агрегатів при виконанні технологічної операції. Це викликає необхідність аналізу їх компоновки та режимів роботи, саме з позиції ефективності роботи, оскільки до відомих дестабілізуючих чинників при роботі у польових умовах додається зміна маси вантажу, що транспортується.

Транспортно-технологічні агрегати відносяться до класу складних технічних систем, ефективність роботи яких впродовж заданого часу забезпечується при виконанні своїх загальних функцій у межах, встановлених нормативними вимогами за умови протидії зовнішнім дестабілізуючим факторам. Аналогічно із суміжними галузями науки та техніки, функціональну стабільність транспортно-технологічного агрегату можна оцінити за їх функціональною стійкістю, тобто здатністю виконувати технологічну операцію при наявності зовнішніх і внутрішніх збурюючих чинників.

Окрім того, тракторні поїзди розділяють на універсальні (загального призначення та спеціалізовані (самоскидні). Транспортний модуль може бути обладнано знімними технологічними елементами для різних вантажів (навальних, легко-важких, рідких, неподільних). Зчіпні пристрої можуть бути шарнірними з трьома або одним ступенем свободи та використовують механічний, гідромеханічний або комбінований спосіб довантаження.

Розвиток транспортних та транспортно-технологічних агрегатів передбачає постійне підвищення експлуатаційних характеристик допоміжного та транспортно-технологічного обладнання, яке встановлюється на причіпних,

начіпних чи напівначіпних технологічних машинах.

Підвищення ефективності цих агрегатів потребує ширшої заміни універсальних мобільних засобів загального призначення, більш спеціалізованими з вузьким фокусом. Тобто при всіх перевагах універсальності такий підхід майже вичерпав потенціал до подальшого підвищення ефективності роботи, тому рухомий склад спеціалізують за видами виконуваних робіт та видами вантажів чи матеріалів. Однак, враховуючи характерні особливості виробництва аграрної продукції в сільській місцевості та його сезонність, спеціалізація колісних засобів веде до недовикористання у міжсезонні.

Проблемні місця універсалізації та спеціалізації найкращим чином вирішується в універсально-спеціалізованих агрегатах, що складаються з тракторів і спеціалізованих змінних або кузовів, що трансформуються, або причіпних ланок (причепів, напівпричепів, напівнавісних причепів) різного призначення, що мають обмежену зайнятість.

Так само перевагою комбінованих агрегатів є можливість об'єднувати за один прохід кілька різних технологічних операцій, що вирішує в деякій мірі проблему їх енергозбереження. Проте питання енергозбереження вирішується лише частково оскільки трактор має потенційні обмеження в тяговому режимі, оскільки транспортно-технологічні агрегати найчастіше використовуються на агрофонах з слабкою несучою здатністю. Додатковим дестабілізуючим фактором є зміна ваги вантажа, що перевозиться ТТА, властиво, як збільшення ваги, так і її зменшення при виконанні різних технологічних операцій.

Не зважаючи на оговорені проблеми, є чітка тенденція до збільшення використання саме комбінованих агрегатів, тому перспективність досліджень у цьому напрямку, з використанням системного підходу при підвищенні енергоефективності ТТА у складі комбінованих агрегатів, не викликає сумнівів. При компонуванні та виборі режимів роботи комбінованих ТТА доцільно використовувати системний аналіз і синтез складних машин, що дозволить знизити номенклатуру машин як об'єктів розробки, виробництва та експлуатування.

Сучасні тенденції підтверджують перспективність створення і широке впровадження у сільськогосподарське виробництво універсально-спеціалізованих транспортних машин і агрегатів. Проблема створення таких машин, особливо транспортно-технологічних, і їх ефективної експлуатації пов'язана з складністю виборів режиму роботи, оскільки до відомих дестабілізуючих факторів додається зміна ваги вантажу, яка для окремих ТТА може перевищувати конструктивну масу трактора, що викликає необхідність наукового обґрунтування підходів до раціональної компоновки таких агрегатів та визначення режимів роботи.

Список використаних джерел

1. Шуляк М.Л., Лебедев А.Т., Артьомов М.П., Калінін Є.І. Оцінка функціонування сільськогосподарського агрегату за динамічними критеріями. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2016. № 4. С. 218 – 226.

2. Шуляк, М. Л., Крамаренко, О. В., Марченков, С. П. Підвищення ефективності трактора на транспортних роботах в складі агрегату змінної маси. Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ. Серія «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2019. Вип. 198. С. 344 – 349

3. Шуляк М.Л. Підвищення ефективності експлуатації енергонасиченого трактора в агрегаті з сільськогосподарською машиною змінної маси. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2014. № 148. С. 280 – 286.

УДК 631.37

РОБОТА ТРАКТОРА В ДИНАМІЧНОМУ ПРОСТОРІ ФУНКЦІОНУВАННЯ

Шуляк М.Л. д.т.н. професор, Лебедєв А.Т. д.т.н. професор

Сумський національний аграрний університет

Необхідність розподілу виконуваної трактором роботи на активну (корисну) і пасивну (негативну) дозволяє підвищити ефективність їх використання в аграрному секторі. На зниження активної роботи транспортного засобу і відповідно на підвищення пасивної роботи істотно впливає нерівномірний його рух внаслідок нестабільності тягової сили трактора і опору його руху.

Робота – це фізична величина, яка показує перетворення форми енергії. При цьому елементарна робота, яку здійснює умовна сила на нескінченно малому переміщенню $d\vec{r}$ точки M , описується рівнянням $\delta A = (\vec{F}, d\vec{r}) = F ds \cos \alpha$, де ds – довжина пройденого шляху; α – кут, що виникає між вектором переміщення та сили.

Робота, яку здійснює сила $\vec{F}$ при переміщенні точки M на відстань $r_2 - r_1$, дорівнює криволінійному інтегралу $A = \int_{(L)} (\vec{F}, d\vec{r})$, що отримано уздовж траєкторії L точки M .

При цьому робота транспортно-технологічного агрегату, може бути поділення на корисну (активну) роботу, яка визначається роботою рушійних сил і забезпечує прямолінійне переміщення агрегату та не корисну (пасивну) роботу, яка витрачається на подолання сил шкідливого опору.

Така оцінка активної і пасивної роботи відповідає усталеному руху технічного об'єкта. Насправді транспортно-технологічні агрегати працюють нерівномірно, що зумовлено профілем дороги, стохастичними процесами та періодичністю керуючих впливів.

Нерівномірний рух транспортного засобу на прямолінійній ділянці шляху характеризується циклом «розгін-усталений рух-гальмування». Етапи даного циклу «розгін-гальмування» досить докладно розглядалися в наукових роботах,

присвячених динаміці руху транспортних засобів, де обґрунтовані енергозберігаючі режими роботи трансмісій та гальмівних механізмів.

Цикл руху транспортно-технологічного агрегату розглядається, як усталений при русі на прямолінійній ділянці дороги при стабільній дії тягової сили F , яка прикладена під кутом α на ділянці пройденого шляху S . Роботу транспортно-технологічного агрегату характеризує залежність $A = FS \cos \alpha$.

При русі можуть виникнути три випадки руху, що обмежені значенням кута α : $A_1 = FS$ при $\alpha = 0 \dots 90^\circ$, $A_2 = 0$ при $\alpha = 90^\circ$, $A_3 = -FS$ при $\alpha = 90^\circ \dots 180^\circ$. У першому випадку при A_1 уся діюча тягова сила реалізується в корисну роботу агрегату без втрат; у другому випадку при A_2 корисної роботи немає, а у третьому випадку при A_3 сила реалізується в негативну роботу, яка додатково збільшує опір руху транспортно-технологічного агрегату.

В зальному випадку рух транспортно-технологічного агрегату по прямолінійній ділянці характеризується зміною кута α в межах $0 < \alpha < 90^\circ$. На його дійсне значення впливають номенклатура вантажів, різноманітності умов агрофонів, способу агрегування тощо (рис. 1).

При порівнянні тракторних поїздів по рис. 1 можна очікувати більшу активну роботу при агрегуванні трактора з напівнавісними причепом ($\alpha = 0$) і меншу – при агрегуванні з напівпричепом ($\alpha > 0$), що є наслідком пониженої активної тягової сили F_T .

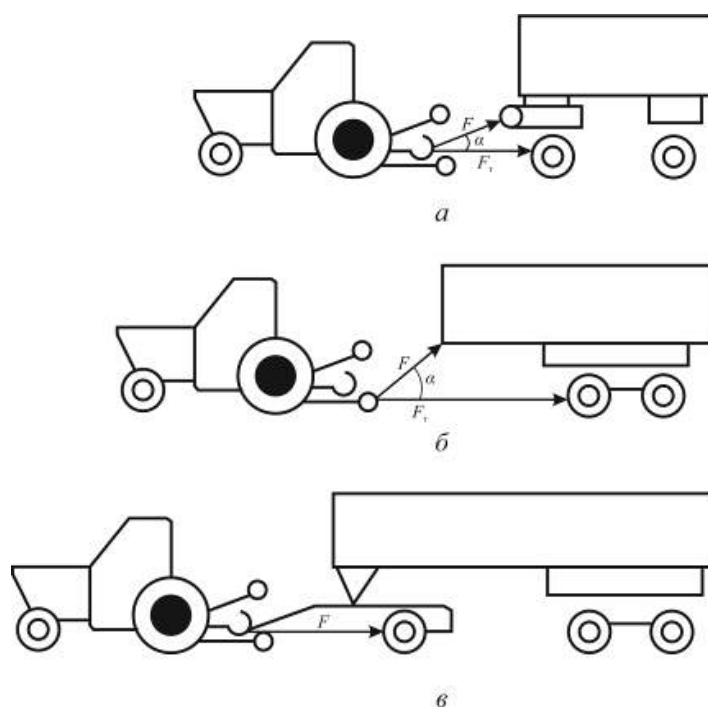


Рисунок 1 – Схема прикладення сили при різних способах агрегування.

Причеп (а), напівпричеп (б) і напівначіпний причеп (в)

На зниження активної роботи транспортного засобу і відповідно на підвищення пасивної роботи істотно впливає нерівномірний його рух, який необхідно розглядати як динамічний процес по взаємозв'язку функціональних координат $v(t) = fw(t)$.

Список використаних джерел

1. Лебедев А.Т. Активна і пасивна робота трактора на транспортних роботах / А.Т. Лебедев, М.Л. Шуляк // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів – 2017. – № 7. – С. 86 – 93.
2. Лебедев А. Активна і пасивна робота трактора у складі ґрунтообробного агрегата / А. Лебедев, С. Лебедев // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. - 2021. - Вип. 28. - С. 55 – 66.

УДК 631.3

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОПЕРАЦІЇ ПРИ ЗБЕРІГАННІ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ: ОПТИМІЗАЦІЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО АГРОВИРОБНИЦТВА

Барабаш Г.І. к.т.н. доцент

Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Збереження високої якості насіння соняшнику після збирання є ключовим фактором успіху агровиробництва, визначаючи його придатність для подальшої реалізації, переробки на олію чи використання як посівного матеріалу. Ефективність цього процесу безпосередньо залежить від ретельного виконання та постійної оптимізації кожної технологічної операції. Недостатня увага до окремих етапів може призвести до значних втрат, погіршення якісних характеристик та зниження прибутковості господарства [1].

Основні матеріали дослідження. Дана публікація зосереджена на практичних аспектах оптимізації основних технологічних операцій, що застосовуються при зберіганні насіння соняшнику, з метою підвищення ефективності агровиробництва.

Ключові технологічні операції та шляхи їх оптимізації [1]:

Оптимізація первинного очищення: ефективне видалення домішок на початковому етапі є критично важливим. Застосування комбінованих зерноочисних агрегатів, що поєднують різні принципи сепарації (решета, повітря, магніти), дозволяє досягти високого ступеня очищення за один прохід, знижуючи енергозатрати та час обробки. Регулярне калібрування та налаштування обладнання відповідно до розмірних характеристик насіння конкретного сорту є обов'язковим.

Удосконалення технології сушіння: сушіння є найбільш енергоємним етапом. Оптимізація цього процесу включає:

використання енергоефективних зерносушарок (рекуперативні, інфрачервоні);

застосування ступінчастих режимів сушіння з поступовим підвищенням температури агента сушіння;

попереднє активне вентильовання насіння холодним або атмосферним повітрям для часткового зниження вологості;

точне визначення кінцевої вологості насіння за допомогою сучасних вологомірів для запобігання пересушуванню;

Оптимізація вентилявання сховищ [2]: підтримання оптимального мікроклімату є запорукою тривалого зберігання. Застосування автоматизованих систем вентиляції з датчиками температури та вологості дозволяє здійснювати повітрообмін лише за необхідності, знижуючи енергоспоживання. Раціональне розміщення вентиляційних каналів та використання вентиляторів різної потужності забезпечує рівномірне охолодження та видалення вологи з усього об'єму сховища.

Вдосконалення методів контролю стану насіння [3]: замість періодичних візуальних оглядів та ручних вимірювань, впровадження стаціонарних або переносних автоматичних систем моніторингу температури та вологості в режимі реального часу дозволяє оперативно виявляти осередки самозігрівання або підвищеної вологості та своєчасно вживати заходів. Використання портативних експрес-аналізаторів якості насіння (вологість, кислотне число) дає змогу швидко оцінювати стан збереженості.

Оптимізація логістики завантаження та вивантаження: раціональне планування розміщення насіння в сховищі з урахуванням термінів його подальшої реалізації або переробки, а також використання механізованих засобів завантаження та вивантаження дозволяє мінімізувати ручну працю та скоротити час виконання робіт.

Застосування профілактичних заходів проти шкідників та хвороб: регулярна дезінсекція та дератизація сховищ, герметизація приміщень, а також застосування біологічних методів боротьби (наприклад, використання ентомофагів) є більш екологічними та економічно вигідними, ніж боротьба з вже існуючим зараженням.

Використання інформаційних технологій: впровадження систем обліку та управління процесом зберігання дозволяє вести точний облік партій насіння, контролювати їх стан, аналізувати витрати ресурсів та приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо оптимізації технологічних операцій.

Практична значущість для агровиробників [1]:

Оптимізація технологічних операцій при зберіганні насіння соняшнику має прямий вплив на економічні показники агровиробництва. Зниження втрат врожаю, збереження високої якості насіння, зменшення енергетичних витрат та витрат на боротьбу зі шкідниками і хворобами – це лише деякі з переваг впровадження науково обґрунтованих та практично орієнтованих рішень.

Висновок. Постійний аналіз та оптимізація технологічних операцій зберігання насіння соняшнику є необхідною умовою для підвищення ефективності агровиробництва. Впровадження сучасних технологій, енергозберігаючих рішень, ефективних методів контролю та управління дозволить агровиробникам мінімізувати втрати, зберегти високу якість цінної олійної культури та забезпечити стабільний розвиток свого господарства. Зосередження на практичному застосуванні наукових досягнень та обмін досвідом між виробниками є ключем до подальшого вдосконалення технологій

зберігання соняшнику.

Список використаних джерел

1. Операційна технологія виробництва соняшнику в умовах лісостепу Сумської області: навчальний посібник / Г.І. Барабаш, Л.М. Шуляк, В.М. Зубко, Б.О. Саржанов, Л.М. Батюк – СНАУ. – Суми .- 2025. – 230 с.

2. С. В. Кюрчев, В. О. Верхованцева, Л. М. Кюрчева. Перспективний підхід у зберіганні зернових культур. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No 1, 195-201

3. Верхованцева В.О. Обґрунтування режимних параметрів охолодження зернової сировини у процесі зберігання /Автореферат на здобуття к.т.н. за спеціальністю 05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв, Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, 2016.

УДК 351.777:504.06

ШЛЯХИ ПОНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ В УКРАЇНІ В ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

Романашенко О.А. доцент, Романашенко І.О. аспірантка

Державний біотехнологічний університет

У статті розглядаються сучасні шляхи відновлення земель, що зазнали руйнувань у результаті військових дій. Також приділено увагу аналізу державних політик і міжнародного досвіду у цій сфері, зокрема на прикладі країн, які вже стикалися з подібними викликами.

Родючі ґрунти є одним із найважливіших природних ресурсів. Тільки на території України зосереджено близько третини світових чорноземів. Проте внаслідок воєнних дій ці цінні ресурси зазнають значних втрат, оскільки найбільше страждають саме верхні, найродючіші шари ґрунту. Відновлення цих шарів відбувається вкрай повільно: природний процес формування одного сантиметра родючого шару може зайняти близько ста років. У зв'язку з цим необхідно вже зараз планувати та розробляти стратегії, спрямовані на прискорене відновлення ґрунтів після завершення воєнного конфлікту.

Метою роботи є дослідити шляхи відновлення родючості ґрунту в післявоєнний період в Україні.

За часів повномасштабного вторгнення країни-агресора на територію України тисячі гектарів родючих українських чорноземів зазнали руйнівного впливу від воєнних дій (бомбардувань, вибухів, горіння, рух військової техніки по полях тощо). Доцільно відзначити, що ситуація зі збереженням багатства ґрунтів в Україні була не достатньою й у довоєнний час, адже еродованими були визнані майже 26% (16 млн га) ґрунтового покриття й понад 15% з них потребували виведення з обробітку та консервації. Руйнівний вплив такого масштабу став наслідком несталих методів ведення сільського господарства, а

також розміщення багатьох розораних територій на схилах. У військовий же час ерозійні процеси будуть мати ще більший кумулятивний вплив [1].

Уже перед війною Україна, як і інші країни, зіткнулася зі значними екологічними викликами, включаючи кризи зміни клімату та втрати біорізноманіття. Країна вже потеплішала майже на $1,5^{\circ}\text{C}$ за останні 30 років, а підвищення середньорічної температури може сягнути 3°C до середини століття. Наслідки цих змін стають все більш очевидними, наприклад, у зниженні врожайності [2].

Ключовими проблемами що виникають внаслідок воєнних дій є фізичні ушкодження ґрунтів, ущільнення ґрунтів під впливом важкої техніки, вигорання полів, хімічне забруднення (включає в себе забруднення вибуховими речовинами), об'ємне вивертання ґрунту від розривів снарядів і забруднення врожаю. Кожна з цих проблем вимагає окремих підходів для їхнього вирішення. Наприклад, фізичні ушкодження ґрунтів потребують розмінування та глибокого розпушування, тоді як хімічне забруднення вимагає проведення детального аналізу ґрунту та відповідної ремедіації. Відновлення та рекультивація земель, які постраждали внаслідок військових дій, є надзвичайно важливим завданням для України. Війна спричинила значні пошкодження ґрунтів на багатьох територіях, що ставить під загрозу аграрний потенціал країни та екологічну безпеку [3].

Для найбільш постраждалих ділянок спеціалісти з Української Природоохоронної Групи (UNCG) пропонують створення так званих «червоних зон» (за прикладом Франції), де після Першої світової були створені «червоні зони», а люди звідти переселені. Площа понад 1200 км родючої землі в районі Верденської битви (1916 рік) була визнана французькою владою як «повністю розгромлена»: було введено сувору заборону доступу та ведення сільськогосподарських робіт там. Згодом шляхом очищення площу критично ураженої зони вдалося знизити до 100 км. Протягом довгих років без антропогенного впливу територія відновлюється, а воронки від вибухів стають частиною ландшафту [4].

Така практика одночасно стане виконанням вимог чинного законодавства України щодо консервації земель і запобігання опустелюванню. Також, Європейська стратегія захисту біорізноманіття до 2030 року передбачає виведення з обробітку 30 % всіх сільськогосподарських земель ЄС [5], що надає можливість долучити українські землі до цієї важливої ініціативи. Крім того, саме Україна має поки найбільший в Європі досвід виведення з обробітку забруднених земель – Зона відчуження Чорнобильської АЕС, яка ще 30 років тому використовувалася для активного сільськогосподарського виробництва зараз стала не просто найбільшою зеленою плямою в центрі Європи, а й отримала статус біосферного заповідника [1].

Аналіз світового досвіду показав, що різні країни, які постраждали від воєнних конфліктів, використовували комплексні підходи до відновлення земель, поєднуючи екологічні, соціальні та економічні аспекти. Дослідження виявило, що найбільш успішні практики включають застосування біоремедіації

для очищення ґрунтів від забруднювачів, а також використання фітореMediaції та інших екологічно безпечних технологій для відновлення родючості ґрунту.

Важливу роль у процесі відновлення земель також відіграють:

залучення місцевих громад (місцеві громади мають глибокі знання про специфіку територій та можуть сприяти адаптації стратегій до місцевих умов);

державні та міжнародні джерела фінансової підтримки (впровадження публічноприватного партнерства може суттєво прискорити процес відновлення та забезпечити стале фінансування);

удосконалення законодавчої бази для підтримки процесу рекультивації земель (розробка та впровадження нових законодавчих ініціатив, спрямованих на забезпечення ефективного управління земельними ресурсами, є важливим кроком до успішного відновлення);

впровадження інноваційних технологій у процес відновлення земель (використання сучасних методів моніторингу стану ґрунтів, таких як дистанційне зондування та геоінформаційні системи, дозволяє оперативно оцінювати масштаби пошкоджень та контролювати ефективність відновлювальних заходів);

інтеграції екологічних та економічних підходів (розвиток нових агротехнологій, які сприяють підвищенню продуктивності земель при одночасному зниженні екологічного навантаження).

Отже, відновлення пошкоджених війною земель потребує розробки комплексних стратегій, які включають не лише екологічні аспекти, а й соціально-економічні чинники. Традиційні підходи до рекультивації можуть бути недостатніми в умовах масштабного знищення ґрунтового покриву та наявності численних забруднювачів. Тому важливим є впровадження інноваційних методів та технологій, які зможуть прискорити процес відновлення та знизити ризики для довкілля та населення. Крім того, розробка та впровадження державних стратегій відновлення земель, постраждалих від воєнних конфліктів, є надзвичайно актуальним завданням. Такий підхід повинен бути комплексним, охоплювати різні сфери та враховувати специфіку кожного регіону, що зазнав руйнувань. Лише за умови ефективної координації національних зусиль із залученням міжнародної допомоги можна забезпечити успішне відновлення аграрного потенціалу України та відновлення її природних ресурсів.

Список використаних джерел

1. Василюк О., Колодежна В. Якою має бути доля пошкоджених вибухами українських територій? URL: <https://uncg.org.ua/iako-iu-maie-buty-dolia-poshkodzhenykh-vybukhamy-ukrainskykh-terytorij>. (дата звернення: 10.05.2025).

2. Beckmann A., Vykhov B. Assessing the environmental impacts of the war in Ukraine. URL: <https://wwfcee.org/news/assessing-the-environmental-impacts-of-the-war-in-ukraine>. (дата звернення: 11.05.2025).

3. Наумчук В.В. Стратегії відновлення та рекультивації земель після воєнних конфліктів. Актуальні проблеми економіки. 2024. № 7(277). С. 239-248.

4. В Україні планують запровадити «червоні зони» для відродження ґрунтів, постраждалих внаслідок війни. URL:

<https://superagronom.com/news/16385--v-ukrayini-planuyut-zaprovaditi-chervoni-zoni-dlya-vidrojdennya-gruntivpostrajdalih-vnaslidok-viyni>. (дата звернення: 10.05.2025).

5. Воєнні дії на сході України – цивілізаційні виклики людству. Львів : ЕПЛ, 2015. 136 с.

УДК 633:631.15

ЗАСТОСУВАННЯ АГРОТЕХНОЛОГІЙ З МЕТОЮ ЗБЕРЕЖЕННЯ І ПОКРАЩЕННЯ ҐРУНТОВИХ РЕСУРСІВ

**Романашенко О.А. доцент, Циганенко М.О. к.т.н. доцент,
Д'яконов С.О. к.т.н. доцент, Романашенко І.О. аспірантка**

Державний біотехнологічний університет

В роботі досліджено основні причини деградації ґрунту, включаючи ерозію, виснаження та забруднення. В статті обґрунтовано ряд провідних технологій збереження ґрунтових ресурсів та покращення якості ґрунту.

Ґрунтові ресурси – це основа розвитку аграрного сектора економіки країни та забезпечення сприятливого для людини стану довкілля, тому охорона та раціональне використання ґрунтів є важливою складовою національної безпеки. Через зростання населення планети та інтенсивний розвиток аграрного сектору, навантаження на ґрунти значно зросло, що призводить до їх деградації, виснаження та забруднення, саме ці процеси негативно впливають на продуктивність сільськогосподарських угідь, спричиняють зниження врожайності та якості продукції, а також погіршують екологічний стан навколишнього середовища [1, 2].

Застосування сучасних агротехнологій стає критично важливим для забезпечення сталого розвитку сільського господарства. Новітні методи обробітку ґрунту, запровадження сівоzmіни, внесення органічних добрив та мікробних інокулянтів дозволяють зменшити негативний вплив на ґрунт, підвищити його родючість та зберегти екосистемні функції, окрім цього, технології розумного землеробства та використання дронів і GPS для моніторингу стану ґрунтів дозволяють оптимізувати використання ресурсів і підвищити ефективність аграрного виробництва [3, 4].

Метою роботи є дослідження застосування агротехнологій з метою збереження і покращення ґрунтових ресурсів.

Деградація ґрунту є однією з найголовніших екологічних проблем сучасності, яка несе за собою великі наслідки для сільського господарства та довкілля. Її проявленнями є зниження родючості ґрунтів, втрати біорізноманіття та погіршення екологічного стану регіонів. Основні причини деградації – дефіцит органічних і мінеральних добрив, зменшення обсягів хімічної меліорації, недостатня захищеність ґрунтів агролісомеліоративними заходами, але головне – недостатня зацікавленість землекористувачів у збереженні та відтворенні ґрунтової родючості [5].

В наш час існують такі технології збереження ґрунтових ресурсів та покращення їх якості:

консерваційні методи обробітку ґрунту, зокрема мінімальний та нульовий обробіток (консерваційні методи обробітку ґрунту, такі як мінімальний та нульовий обробіток, мають значний потенціал для підвищення сталості сільського господарства, які сприяють збереженню ґрунтових ресурсів, покращенню їх якості та зменшенню негативного впливу на довкілля);

впровадження сівозміни та покривних культур для збереження ґрунтових ресурсів та покращення якості ґрунту (впровадження сівозміни та покривних культур є ефективними методами збереження ґрунтових ресурсів та покращення якості ґрунту, їхнє застосування в поєднанні створює синергійний ефект, який дозволяє забезпечити сталий розвиток сільського господарства та збереження довкілля);

збереження ґрунтових ресурсів та покращення якості ґрунту (одним зі способів досягнення цих цілей є використання органічних та мінеральних добрив).

Покращення якості ґрунту є ключовою задачею для забезпечення стійкого розвитку сільського господарства і серед численних агротехнологій, що сприяють цьому процесу, особливе місце займають мікробні інокулянти, компостування та вермікомпостування. Саме виділені методи дозволяють значно підвищити родючість ґрунту, покращити його структуру та збалансувати поживний режим [6].

Застосування агротехнологій для збереження ґрунтових ресурсів та покращення якості ґрунту є ключовим фактором для забезпечення стійкого розвитку сільського господарства, дослідження підтверджує, що комплексний підхід до використання мінімального та нульового обробітку, сівозміни, покривних культур та добрив є найбільш ефективним способом досягнення цих цілей [7]. Впровадження таких методів потребує певних зусиль та інвестицій, але їх довгострокові переваги забезпечують значний позитивний вплив на агроєкосистеми та економічну ефективність аграрного виробництва.

Отже, незадовільний стан справ у цій сфері потребує комплексного розгляду та здійснення відповідних регуляторних заходів. З іншого боку, науково-обґрунтоване використання унікальних ґрунтових ресурсів України сприятиме успішному просуванню України на світовий ринок продовольства, а також диверсифікації розвитку економіки.

Список використаних джерел

1. Каліна І.І. Концептуальні засади побудови цифровізації аграрного сектору. Ефективна економіка. 2019. № 10. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/> (дата звернення: 11.05.2025).
2. Сітковська А. О. Земельно-ресурсний потенціал аграрного сектору: стан та особливості використання. Агросвіт. 2023. №10. С.77-81.
3. Khan, K. Y., Ali, B., Stoffella, P. J., Feng, Y., Cui, X., Guo, Y. & Yang, X. Bioavailability and bioaccessibility of Cd in low and high Cd uptake affinity cultivars of *Brassica rapa* ssp. *Chinensis* L. (Pakchoi) using an *In vitro* gastrointestinal and

physiologically-based extraction test. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2020. 51(1). С. 28-37.

4. Македон В. В., Чабаненко А. В. Факторні складові цифровізації глобальної економіки та макроекономічних систем країн світу. Ефективна економіка. 2022. № 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9875> (дата звернення: 11.05.2025).

5. Балюк, С. А. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. Український географічний журнал. 2021. № 2. С. 3-11.

6. Резніченко, В. П., Коломієць, Л. В., & Чередниченко, І. В. Використання агротехнологій для збереження ґрунтових ресурсів та покращення якості ґрунту. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2024. 56(2). С. 49-56.

7. Chabaniuk, V., & Polyvach, K. Critical properties of modern geographic information systems for territory management. Cybernetics and Computer Engineering. 2020. 3(201). С. 5–32.

УДК 631.3.03

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНА СТАБІЛЬНІСТЬ МАШИН В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Пушкаренко О.Ю. аспірант, Артьомов М.П. д.т.н. професор

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто вплив різних чинників оточуючого середовища на енергетичні показники і функціональну стабільність мобільних машин в процесі експлуатації. Впровадження передових інженерних рішень з метою стабілізації динаміки руху машин і агрегатів

Для мобільних машин основними чинниками впливу на ефективність роботи є нерівність рельєфу поля, фізико-механічні властивості ґрунту (вологість, щільність, гранулометричний склад тощо), енергетичні витрати на обробіток ґрунту та переміщення агрегата, морфологічні властивості рослин (урожайність, засміченість тощо), а також зміна маси агрегата в процесі виконання технологічного циклу. Усі ці фактори істотно впливають на функціональну стабільність колісних машин та агрегатів.

У сучасних умовах інтенсифікації аграрного виробництва особливого значення набуває проблема забезпечення функціональної стабільності та енергетичної ефективності колісних машин під час їх експлуатації. Колісні машини, що є основою більшості мобільних сільськогосподарських агрегатів, експлуатуються в умовах постійно змінного виробничого середовища, що характеризується впливом стохастичних факторів, таких як варіативність фізико-механічних властивостей ґрунту, змінне навантаження, нерівність рельєфу поля, зміна маси агрегата тощо[1].

Функціональна стабільність передбачає здатність агрегата зберігати задані робочі характеристики при впливі внутрішніх і зовнішніх збурень, без втрати

продуктивності та якості виконання технологічних операцій. Енергетична ефективність, у свою чергу, пов'язана з раціональним використанням паливно-енергетичних ресурсів, що є критично важливим чинником економічної доцільності сільськогосподарського виробництва.

Для досягнення зазначених показників необхідне впровадження інженерних рішень, що базуються на системному аналізі динаміки руху агрегатів, застосуванні сучасних інформаційних технологій, а також використанні адаптивних систем управління, здатних реагувати на зміну зовнішніх умов у режимі реального часу.

Стабільність – це здатність системи протягом тривалого часу зберігати визначений стан або рівень функціонування без зміни власної структури та з перебуванням у стані рівноваги. Функціональна стабільність сільськогосподарського агрегата, побудованого на базі колісної машини, забезпечується за умови, коли незначні коливання її параметрів не перешкоджають виконанню технологічних процесів із необхідною якістю [2]. Втрата стабільності може бути спричинена різноманітними факторами, зокрема зовнішніми впливами, втратою цілісності конструктивних елементів тощо. Функціональну стабільність можливо оцінювати, прогнозувати та підтримувати в процесі експлуатації за допомогою відповідних технічних і програмних засобів.

З урахуванням основних положень теорії точності складних систем, при оцінюванні функціональної стабільності мобільної машини доцільно розглядати процес виконання нею функцій, спрямованих на досягнення заданої мети. Цей процес характеризується визначеними значеннями параметрів, які поділяються на вихідні, первинні та вторинні.

Вихідний параметр є результатом виконання функціонального завдання у відповідності до цільового призначення трактора як загальної системи (наприклад, тягове зусилля, швидкість руху, стійкість на робочій поверхні) або його окремих функціональних підсистем (двигун, рульове керування тощо). Первинні параметри – це характеристики, які можуть бути визначені безпосередньо під час експлуатації або контролю агрегата. Вторинні параметри, у свою чергу, є похідними та функціонально залежать від первинних, слугуючи узагальнюючими індикаторами стану системи в цілому.

Такий підхід дозволяє більш точно і комплексно оцінювати функціональну стабільність тракторів як складових елементів МТА, зокрема при змінних умовах експлуатації та наявності збурюючих чинників.

Вихідний параметр трактора x зазвичай є вторинним, любе значення якого є результатом перетворення деяких первинних по відношенню до нього величин. До таких первинних величин відносяться характеристики вихідних сигналів S і параметрів q елементів (двигуна, трансмісії, системи керування та ін.) машини.

У відповідності до цього модель машини обґрунтовується за функціональною залежністю $x = f(S, q)$. При $q_1, q_2 \dots q_n$, елементах машини (двигун, трансмісія, система керування та ін.) вхідним сигналом стану цих елементів модель функціонування машини записується у вигляді

$$x_n = f(S, q_1, q_2 \dots q_n) \quad (1)$$

З урахуванням залежності зміни технічного стану складових запишемо рівняння, що характеризує функціональний параметр у вигляді функції величин

$$x = x(S, S_{1k}, \dots, S_{nk}, x_{1k}, \dots, x_{nk}, \dots, \Delta q_1, \dots, \Delta q_n) \quad (2)$$

Оцінювання функціональної стабільності машини здійснюється шляхом порівняння фактичних параметрів, визначених за допомогою рівняння (2), із номінальними значеннями, встановленими відповідною нормативно-технічною документацією [2].

Життєвий цикл машин і обладнання має тенденцію до скорочення, що зумовлює підвищення вимог до ефективності їх експлуатації та оновлення. Одночасно спостерігається стійке зростання вартості енергетичних ресурсів, зокрема електроенергії, що прямо впливає на економічну доцільність використання техніки. Динамічний розвиток світової економіки та вихід на нові ринки формують нові вимоги до механічного обладнання, зокрема щодо його адаптивності, енергоефективності та надійності в умовах підвищеного навантаження.

Проблема забезпечення сучасних вимог до енергетичної ефективності технічних систем може бути вирішена шляхом підвищення енергоефективності транспортних і технологічних машин за рахунок впровадження механічних безступінчастих передач з регульованими силовими характеристиками. У таких передачах застосовуються конструктивні рішення, що забезпечують згладжування коливань у трансмісії, що, у свою чергу, сприяє підвищенню функціональної стабільності трансмісійної системи та машини в цілому [3].

Методологія оцінки функціональної стабільності мобільних машин базується на обґрунтованих принципах порівняння поточних та номінальних параметрів стійкості руху у взаємозв'язку з працездатністю конструктивних елементів, що забезпечують виконання завдань визначених нормативно-технічною документацією.

Список використаних джерел

1. Артьомов М.П. Дослідження динаміки машинно-тракторних агрегатів за допомогою метода парціальних прискорень / М.П.Артьомов // Полтавський НТУ ім.Юрія Кондратюка, Збірник наукових праць Галузеве машинобудування, будівництво. Випуск № 2 (32) Том 1. Полтава, 2012, С. 3 – 12.
2. Артьомов М.П. Визначення оптимальних параметрів для забезпечення функціональної стабільності мобільних ґрунтообробних агрегатів / М.П.Артьомов // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс] - Мелітополь: ТДАТУ, 2015. Вип. 2, Т. 1 С. 108 – 115.
3. Лебедєв А.Т., Артьомов М.П., Кот О.В. Щодо залежності тягової динаміки мобільних сільськогосподарських агрегатів від технічного стану / А.Т.Лебедєв, М.П.Артьомов, О.В.Кот // Науковий журнал «Інженерія природокористування» № 2(2) 2014, - Х.: ХНТУСГ, С.9 – 13

УДК 631.3: 631.316: 631.51

ОГЛЯД ТЕХНІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІВАЛОК ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ NO-TILL ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Дьяконов С.О. к.т.н., Пахучий А.М. к.т.н., Якунін О.О. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

У матеріалі проаналізовано розвиток та класифікацію сівалок, що використовуються в технології прямого висіву (No-Till). Розкрито технічні особливості різних типів робочих органів для сіви в даній технології, їх вплив на ефективність посіву, а також наведено рекомендації щодо вибору обладнання сівалки для ефективного впровадження No-Till у сільськогосподарському виробництві

Вступ. Технологія прямого висіву (No-Till) — це сучасна система землеробства, яка передбачає посів насіння без попередньої механічної обробки ґрунту. Вона заснована на принципі мінімального втручання у природну структуру ґрунту з метою його збереження, покращення структури, зниження ерозії та підвищення біологічної активності.

Суть технології полягає в тому, що всі агротехнічні операції — розріз рослинних залишків, внесення добрив, висів насіння на задану глибину, прикочування та закриття борозни — виконуються за один прохід спеціалізованою технікою: сівалками прямого висіву. Часто також здійснюється одночасний висів дрібнонасінневих супутніх культур (бінарний посів).

No-Till — це не лише технічний метод, а цілісна система, яка включає нові підходи до удобрення, захисту рослин, обліку вологи й мікробіології ґрунту. Тому ефективність технології безпосередньо залежить від належного підбору обладнання.

У провідних аграрних країнах світу — США, Канаді, Бразилії, Аргентині, Австралії, а також у деяких країнах ЄС — No-Till вже давно визнано еталоном ефективного та сталого землеробства. Технологія дозволяє знизити витрати, підвищити врожайність і водночас зберегти природні ресурси.

Еволюція сівалок під No-Till

На перших етапах розвитку No-Till використовувались модифіковані сівалки для традиційного землеробства. Пізніше з'явилися універсальні сівалки, здатні працювати як у класичних, так і в ресурсозберігаючих системах. Але справжній прорив забезпечили спеціалізовані сівалки, спроектовані саме для роботи на необробленому полі. Такі машини мають посилені робочі органи, складніші вузли контролю глибини та менший вплив на ґрунт.

Ключові вузли сівалок No-Till включають:

Сошник, який одночасно прорізає ґрунт, вносить насіння і добрива;

Дозатор, що регулює норму висіву;

Опорні та прикочувальні колеса, які забезпечують контроль глибини та ущільнення.

Сівалки No-Till фактично замінюють плуг, дискову борону, культиватор і

посівний агрегат — тому техніка має бути максимально надійною і універсальною.

Класифікація сівалок за типом сошників:

1. Анкерні сівалки.

Найперша версія сівалок No-Till з'явилася у 1970-х роках у США шляхом встановлення анкерних сошників (рис. 1) на раму культиватора. Вони мали змогу прорізати необроблений ґрунт, але з часом їх конструкція зазнала спрощення — зменшили лапки або замінили їх лише на стійку. Переваги: універсальність, простота, дешеві запчастини. Недоліки: надмірне механічне втручання в ґрунт, створення плужної підшви, неможливість подальшого зменшення впливу.



Рис. 1. Анкерні сошники

2. Дискові сівалки з колтером.

Цей тип сівалок виник у 1980-х роках у Латинській Америці. Перед звичайним сошником встановлюється ріжучий диск – колтер або турбодиск (рис. 2). Він створює борозну, яку сошник розширює і укладає до неї насіння. Переваги: менший вплив на ґрунт порівняно з анкерними. Недоліки: необхідність мати кілька типів дисків під різні умови вологості, при цьому сівалки, особливо їх колтерні вузли, не пристосований для швидкої заміни диска на диск, що ускладнює цю технологічну операцію. Також колтерний вузол повинен мати велику міцність, оскільки він сприймає найбільші навантаження від ґрунту.



Рис. 2. Робочі органи дискової сівалки прямого сіву з колтером: 1 – колтер (турбо диск); 2 – дводисковий сошник; 3 – опрно-прикочувальне колесо

3. Сівалки з дифазним сошником.

У таких сівалках один з двох дисків більший (рис. 3) і виконує функцію «колтера», прорізаючи ґрунт і пожнивні рештки під кутом. Менший диск

відкриває борозенку, формує насіннєве ложе і укладає насіння. Завдяки цьому зменшується загальна кількість робочих органів сівалки. Переваги: зменшення кількості вузлів, менша вартість, простіше в обслуговуванні, мінімальний вплив на ґрунт. Недоліки: дещо більші енергозатрати на агрегування, чутливість до швидкості (до 8 км/год), тому що при швидкості вище відбувається захват насіння дисками сошника з насіннєвого ложа та викидається на поверхню.



Рис. 3. Дифазний сошник

4. Монодисківі сівалки.

Найсучасніший варіант, в якому один нахилений диск (рис. 4) виконує всі функції: ріже, формує борозну й висіває насіння. Переваги: більша швидкість (до 12 км/год), у порівнянні з сівалками з дифазним сошником і колтерами, менше деталей, вище надійність. Також такі сівалки менше бояться вологого ґрунту. Недоліки: більший вплив на структуру ґрунту, ніж у сівалок з турбодисками.

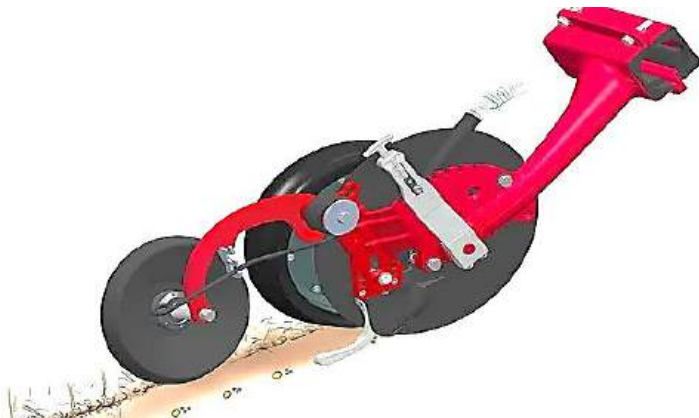


Рис. 4. Секція з монодиском

Додаткові технічні елементи. Опорні колеса. Забезпечують стабільну глибину висіву. У сівалках No-Till ці колеса працюють в парі із сошником, знижуючи тиск машини на ґрунт.

Реборди. Прості аналоги опорних коліс, встановлюються на вісь сошника. Глибина регулюється шляхом їх заміни. Потребують мінімального обслуговування.

Прикочувальні колеса. Виконують дві функції – закривають борозну та ущільнюють ґрунт над насінням. В залежності від типу ґрунту використовуються різні модифікації. Проблема: при надмірній вологості – налипання ґрунту, погіршення роботи.

Пакувальники. Установлюються для підвищення швидкості роботи до 10 - 12 км/год. Забезпечують якісну загортку насіння навіть при високій швидкості, однак знижують ефективність на вологих полях.

Висновки.

Сівалки No-Till мають складнішу конструкцію, ніж традиційні, однак забезпечують багатофункціональність і високу ефективність при дотриманні технологічних вимог. Вибір конкретного типу сівалки залежить від:

типу ґрунту;
рівня вологості;
агротехнічної стратегії господарства;
бажаного темпу посіву.

Перехід до технології No-Till вимагає не лише оновлення техніки, а й підготовки персоналу, змін у агрохімічному підході, і, головне, – стратегічного бачення сталого землеробства.

Список використаних джерел

1. Сайко В. Актуальні проблеми землеробства: простих шляхів мінімізації ґрунту не буває / В. Сайко // Техніка АПК. – 2008. – № 1. – С. 8–14.
2. Дьяконов С.О., Пахучий А.М. Аналіз технологій вирощування зернових культур та конструкцій сівалок прямої сівби / Харків: ДБТУ, 2022. – С. 258-260.
4. Д'яконов С.О. Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів сівалки прямого сіву / – Харків, 2007. – 20 с.
5. A. Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Viktor Ryndiaiev, Sergey Dyakonov, Mykola Stashkiv. Substantiation of the presence and parameters of seed guides in the openers, which increase the quality of sowing and yield / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(1(112)). 2021. – p. 61–75.
6. Liu L., Wang X., Zhang X., et al. (2024). *Sowing depth control strategy based on the downforce measurement and control system of 'T'-shaped furrow opener*. Biosystems Engineering, 247, 97–108.
7. Zhao L., Ma J., Li S. (2023). *Research on a Universal No Tillage Seeder for Wheat and Corn*. Journal of Engineering Mechanics and Machinery, 8, 67–71.
<https://claydondrill.com/product/m3-evolution/>
8. <https://www.greatplainsag.com/en/implements/united-states/stealth-pro>
9. <https://dandoliprimi.com/>
10. <https://www.thecombineforum.com/threads/openers-for-australia.26017/>
11. <https://www.horsch.com/ru/produkty/mashiny-dlja-poseva/diskovye-posevnye-kompleksy/avatar-316-816-sd>

УДК: 636.3

УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ МАШИН

Варяниця В.А., Постнов І.Д. здобувачі ВО, Анікєєв О.І. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

У роботі наведено основні стратегії технічного обслуговування і ремонту машин, та організацію управління технічним станом машин.

Якщо Україна задекларувала про наміри щодо інтеграції до європейського і світового економічного простору, то організацію інституту дилерів і фірмового технічного сервісу необхідно розглядати не тільки як невід’ємну складову забезпечення роботоздатності техніки у споживача, а й чи не як єдину умову для вітчизняних промислових виробників утриматися на ринку продукції сільськогосподарського машинобудування.

Технічний сервіс – це забезпечення виробників сільськогосподарської продукції технікою, обладнанням, приладами, запасними частинами і матеріалами, а також організація їх ефективного використання і підтримання в робочому стані на протязі всього періоду експлуатації, що відповідає Закону України „Про систему інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу України”.

Метою управління технічним станом машин є обґрунтування та призначення видів і періодичності технічних обслуговувань, видів та методів ремонту, визначення критеріїв граничного стану, ступеню відновлення технічного ресурсу складових частин, експлуатації машин до списання та ін.

Управління технічним станом машин виконується шляхом реалізації наступних заходів: Експлуатаційної обкатки, раціонального використання, технічного обслуговування, ремонту та зберігання машин.

При цьому передбачається використання трьох основних стратегій технічного обслуговування і ремонту машин:

С1 – стратегія технічного обслуговування і ремонту машин за потребою після відказу;

С2– стратегія регламентована в залежності від наробітку по строку і складу ремонтно-обслуговуючих робіт;

С3– стратегія по фактичному технічному стану машини з періодичним або безперервним контролем за параметрами вузлів і агрегатів машини.

Дві останні стратегії мають планово-запобіжний характер, коли машина після певного обсягу робіт в обов’язковому порядку становиться на чергове технічне обслуговування.

Для організації управління технічним станом машин, в першу чергу, необхідна інформація, в достатньому обсязі, заснована на діагностиці, яка забезпечує повне уявлення про технічний стан об’єкту. На основі такої інформації і критерію ефективності (витрати на технічне обслуговування і ремонт) приймається рішення, в залежності від якого може бути організоване управління технічним станом машини.

Управління технічним станом можливо також на основі оптимальної організації технічного обслуговування і ремонту машин. При цьому системний підхід забезпечується тим, що форми і методи організації технічного обслуговування і ремонту розглядаються разом з керуючими діями і видами технічного обслуговування і ремонту.

З метою підвищення продуктивності праці та якості виконання робіт при технічному обслуговуванні машин розробляють маршрутний технологічний графік проведення відповідного виду технічного обслуговування. Маршрутний технологічний графік розробляється на основі технологічної карти заданого технологічного процесу або може об'єднувати в собі декілька технологічних карт.

Список використаних джерел

1. Білоусько Я.К. Проблеми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі / Я. К. Білоусько, А. В. Бурилко, В. О. Галушко, М. І. Грицишин, – Київ 2007. – 208с.
2. Козаченко О. В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки. / О. В. Козаченко. – Харків; Торнадо. 2000. – 185 с.
3. Концепція перспективного розвитку технічного сервісу АПК України / Я.С. Гуков, М.В. Молодик, А.М. Моргун та ін. – Глеваха: ННЦ ІМЕСГ, 2004. – 59 с.
4. Про систему інженерно-технічного забезпечення України: Закон України від 5 жовтня 2006 р. № 229-V // Голос України. – 2006. – 17 листопада. – С. 10-11.

УДК 631.372

ОБҐРУНТУВАННЯ КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ ТРАКТОРНОГО ПАРКУ УМОВНОГО ГОСПОДАРСТВА

Анікєєв О.І. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

У статті викладені результати теоретичних досліджень обґрунтування технологічних систем рослинництва на базі тракторів вітчизняного виробництва для енергозберігаючої технології вирощування с/г культур та виконано порівняльний аналіз використання цих тракторів на традиційній та енергозберігаючій технологіях.

Для виконання рішення цієї задачі були розроблені технологічні карти за традиційною та енергозберігаючої технологіями, виконано побудову графіків завантаження всіх тракторів. Побудова виконана за допомогою програмного забезпечення MS Excel, що значно полегшує виконання цієї задачі і дає можливість корегувати графіки в режимі «експрес». Визначення кількості МТА для виконання окремих технологічних операцій виконано з урахуванням ступеня завантаження кожного МТА у відсотках %.

$$\eta_{\text{зав.}} = \frac{\frac{W_{\text{заг.}}}{W_{\text{год}} \cdot T_{\text{р.д.}} \cdot D_{\text{к}}}}{n_{\text{а}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

де $\eta_{\text{зав.}}$ – ступінь завантаження МТА, %;

$W_{\text{заг.}}$ – загальний обсяг робіт, га;

$W_{\text{год}}$ – годинна продуктивність МТА, га/год;

$T_{\text{р.д.}}$ – тривалість робочого дня, год;

$D_{\text{к}}$ – кількість календарних днів для виконання технологічної операції;

$n_{\text{а}}$ – кількість МТА для виконання технологічної операції.

Цей показник дозволяє оцінити ступінь використання фонду часу на виконання технологічної операції кожним МТА. Корегування цього показника виконується зміною тривалості робочого дня та кількості робочих днів МТА при запланованому обсязі робіт. При цьому необхідно максимально наближатись до виконання умови $\eta_{\text{зав.}} \leq 100\%$. Такий підхід до вирішення цієї задачі дозволяє оптимально завантажити кожний агрегат та максимально зменшити можливі простой через неправильне планування завантаженості МТА.

Технологічні карти охоплюють період вирощування с.-г. культур протягом 2-х років на прикладі завантаження трактора ХТЗ-16131:

– перший рік – літньо-осінній період першого року (основна підготовка ґрунту для сільськогосподарських культур, сівба озимих тощо);

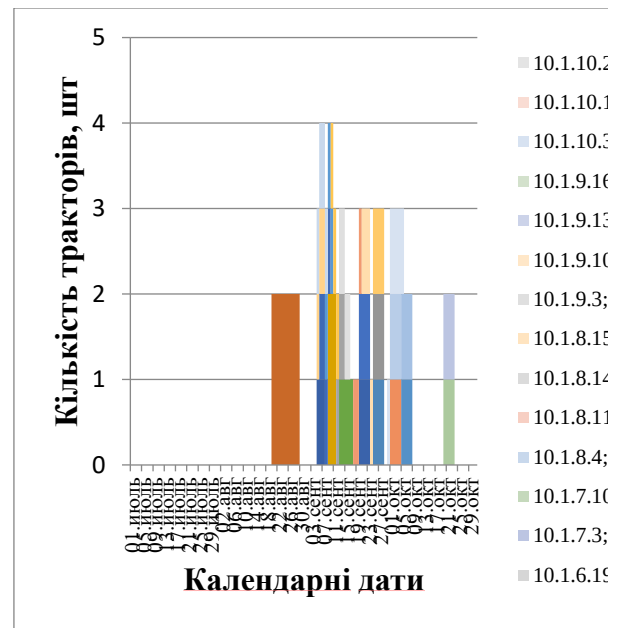
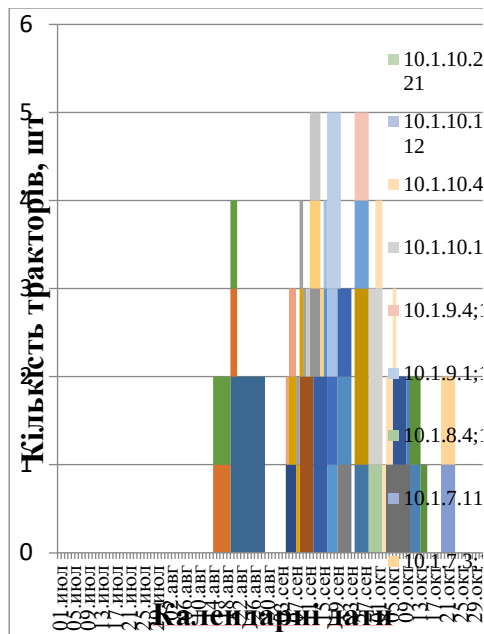
– другий рік – весняно-літній період другого року (весняне боронування, сівба ранніх зернових, технічних культур, догляд за посівами всіх культур та їх збирання). Через це графік завантаження кожної марки трактора розділено на 2 частини: перша частина – перший рік, друга частина – другий рік.

Побудовані графіки дають можливість обґрунтувати кількісний склад тракторного парку, який необхідний умовному господарству для виконання всіх технологічних операцій в рослинництві.

Кількість тракторів на отриманих графіках є теоретичною, тому для отримання експлуатаційної кількості n_e потрібно виконати додаткові розрахунки з урахуванням коефіцієнтів погодності та технічної готовності за формулою 2

$$n_e = n_m / (K_n \cdot K_{mz}) \quad (2)$$

де n_e – експлуатаційна кількість тракторів даної марки, шт; n_t – теоретична кількість тракторів (береться максимальне значення з графіків завантаження тракторів); K_n – коефіцієнт погодності ($K_n = 0,8$); K_{mz} – коефіцієнт технічної готовності (для гусеничних – 0,85, для колісних – 0,95).



Традиційна технологія

Енергозберігаюча технологія

Рис. 1– Графік завантаження трактора ХТЗ-16131 на традиційній та енергозберігаючій технологіях (літньо-осінній період першого та другого року

Отримані теоретичні результати графіків та розрахунки за формулою (2) наведені у таблиці.

Таблиця 1 – Потреба умовного господарства в тракторах

Назва показників	Марка трактора			
	ХТЗ-181	ХТЗ-16131	ХТЗ-17221	ЮМЗ-8040.2М
Традиційна технологія				
Теоретична кількість n_t , шт.	2	5	4	9
Коефіцієнт технічної готовності $K_{тг}$	0,8	0,8	0,8	0,8
Експлуатаційна кількість n_e , шт.	3	7	6	12
Загальна кількість тракторів, шт.	28			
Енергозберігаюча технологія				
Теоретична кількість n_t , шт.	2	5	4	4
Коефіцієнт технічної готовності $K_{тг}$	0,8	0,8	0,8	0,8
Експлуатаційна кількість n_e , шт.	3	7	6	6
Загальна кількість тракторів, шт.	22			

Аналіз даних таблиці показує, що на енергозберігаючій технології змінилася потреба умовного господарства в загальній кількості тракторів в меншу сторону. Ця зміна відбулася за рахунок зменшення кількості тракторів ЮМЗ, потрібна кількість інших тракторів залишилася незмінною. На енергозберігаючій технології кількість тракторів ЮМЗ зменшилась вдвічі через застосування на посіві та міжрядному обробітку технічних культур трактора ХТЗ-16131. Застосування на цих операціях більш продуктивного і

енергонасиченого трактора ХТЗ-16131 можливе лише на енергозберігаючій технології за такими причинами:

– посів технічних культур цим трактором передбачає застосування задньої і передньої навіски для одночасного виконання передпосівного обробітку і сівби. Суміщення технологічних операцій є одним з ключових елементів енергозберігаючої технології.

Список використаних джерел

1. Мельник В.І., Чигрина С.А. Ефективність використання техніки на полях з різною довжиною гону // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 75, Том 2 / Харків: Друкарня ФОП Червяк В.Є., 2008. – С 42-45.

2. Мельник В.І., Чигрина С.А. К определению потребности в технических средствах в зависимости от площади земельных угодий хозяйства // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Випуск 59, Том 2 / Харків: Друкарня ФОП В Червяк В.Є., 2007. С 50-55.

3. Мельник В.І., Чигрина С.А. Оцінка потреби сільгосппідприємств в техніці // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет – Вип.8. Т.1 – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 58-65.

УДК.631.37

АДАПТАЦІЯ ЕНЕРГОНАСИЧЕНИХ ТРАКТОРІВ В УМОВАХ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Ген І.О. здобувач ВО, Артьомов М.П. д.т.н. професор

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто роль енергонасичених тракторів в виконанні технологічних операцій сучасного агропромислового виробництва. Технологічна адаптація тракторів оцінюється за можливістю виконання основних ґрунтообробних операцій

Природно-кліматичні умови України створюють сприятливі передумови для вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур. Водночас значна різноманітність ґрунтово-кліматичних зон обумовлює істотну варіативність агровиробничих умов, що безпосередньо впливає на формування структур виробництва, вибір технологій обробітку, техніко-експлуатаційні вимоги до сільськогосподарської техніки, а також на продуктивність машинно-тракторних агрегатів і загальну ефективність аграрного виробництва.

Трактори загального призначення відіграють ключову роль у виконанні енергоємних агротехнологічних операцій, таких як основний обробіток ґрунту, культивування, сівба тощо, зокрема в складі комбінованих та транспортно-технологічних агрегатів. Ефективність їх застосування оцінюється через ступінь

відповідності енергетичних характеристик трактора специфіці агротехнологічного процесу, що визначається поняттям енерготехнологічної адаптації. Проблематика полягає у суперечності між зростаючою енергонасиченістю тракторної техніки та необхідністю зниження енергоспоживання при виробництві сільськогосподарської продукції. Актуальність вирішення цієї проблеми зумовлена широким використанням в Україні потужних універсальних тракторів, переважно імпортного походження. Проте, навіть за умови додаткового баластування, повна реалізація потенціалу двигуна в тяговому режимі залишається малоімовірною, що ускладнює підвищення енергетичної ефективності агровиробництва[1].

Інтенсивне насичення аграрного сектору України високоефективними тракторами загального призначення підвищеної енергонасиченості виробництва іноземних компаній, зокрема *John Deere, Case IH та New Holland* [1], сприяло зростанню робочих швидкостей машинно-тракторних агрегатів (МТА) з 4–8 до 8–15 км/год, що відповідає досягненню технологічної межі за цим показником.

Забезпечення сприятливих умов для росту сільськогосподарських культур вимагає високоякісного виконання всіх технологічних операцій у визначені агротехнічні строки, серед яких ключове значення має обробіток ґрунту. Ця операція є однією з найенергоємніших у структурі польових робіт, оскільки на її здійснення припадає до 40% загальних витрат пального в процесі вирощування сільськогосподарських культур.

Недостатнє використання потужності двигуна під час виконання машинно-тракторним агрегатом (МТА) технологічної операції обумовлюється низкою факторів, серед яких найвагомішими є: нерівномірність енергоспоживання МТА в процесі робочого ходу, що зумовлена коливальним характером зовнішніх опорів та динамічних навантажень; необхідність резервування потужності для здійснення розгону агрегату, особливо в умовах транспортного режиму; а також відсутність можливості оптимального комплектування МТА. За умови нестабільного споживання енергії постає завдання забезпечення роботи трактора з максимально можливою енергетичною ефективністю під час виконання ґрунтообробних операцій.

Найсуттєвіші втрати потужності в тракторних агрегатах пов'язані з коефіцієнтом корисної дії (ККД) взаємодії ходової частини з опорною поверхнею. Забезпечення високої енергетичної ефективності колісних тракторів при виконанні технологічних операцій на різних фонах можливе при реалізації високого коефіцієнта корисної дії колісного рушія. Цей показник визначається двома основними чинниками: потужністю, що втрачається на деформацію опорного шару, та потужністю, що витрачається всередині самої ходової системи. Рациональний вибір і оптимальне поєднання цих параметрів дозволяє підвищити ККД тягово-транспортного засобу. Усі сучасні підходи до вдосконалення тягово-зчіпних властивостей колісних тракторів у складі сільськогосподарських агрегатів можна умовно поділити на три основні групи: зміна зчіпної ваги агрегату; удосконалення характеристик рушіїв та ходової системи загалом; оптимізація схеми агрегування [2].

Агротехнологічна адаптивність тракторної енергетики полягає у забезпеченні гнучкої конструктивної побудови тракторів на основі блочно-модульного компонування, що дозволяє ефективно адаптувати техніку до вимог конкретних агротехнологій за габаритними, потужнісними та компонувальними параметрами.

У зв'язку з цим питання вибору раціональної технології обробітку ґрунту перебуває у центрі уваги науковців і практиків. Ведуться активні дискусії щодо переваг і недоліків відвального та безвідвального, глибокого й поверхневого способів обробітку, а також новітньої енергозберігаючої технології прямого посіву (*no-till*). Незважаючи на різноманітність підходів, основна мета обробітку ґрунту залишається незмінною — оптимізація його фізичного стану, насамперед шляхом зменшення щільності та розуцільнення.

Список використаних джерел

1. Лебедев С. Технічний рівень тракторів сільськогосподарського призначення на ринку України. Техніка і технології АПК. 2014. №11 (52). С. 8-12.
2. Артёмов М.П. Визначення тягових і енергетичних показників мобільних сільськогосподарських агрегатів при динамічних випробуваннях. М.П.Артёмов / Науковий журнал Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів – № 4, 2018. С. 115 – 122.

УДК 661.33

ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ДОБРІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ «CULTAN»

Калюжний О. Д. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Внесення рідких мінеральних добрив на полі провадиться двома способами. Способом розбризкування рідких добрив по поверхні поля та способом подачі добрив безпосередньо в ґрунт.

Останнім часом все більшої популярності набуває технологія внесення рідких добрив «CULTAN». Базовий принцип цієї технології є контрольоване та довгострокове забезпечення рослин аміачним азотом. Під цим слід розуміти, що рослини забезпечуються домінуючим джерелом азоту протягом усього вегетативного періоду розвитку рослин. Для досягнення цієї мети рідкі добрива вносять дозовано і точково на фіксовану глибину шару ґрунту. При цьому витримується рівномірність дозування всієї площі.

Таке внесення розчинів провадиться інжекторними аплікаторами.

В Україні випускаються аплікатори марки ПЖУ 5000-10, Вулкан-10П-250/3000, АПІ Cultan. (Рис. 1.).

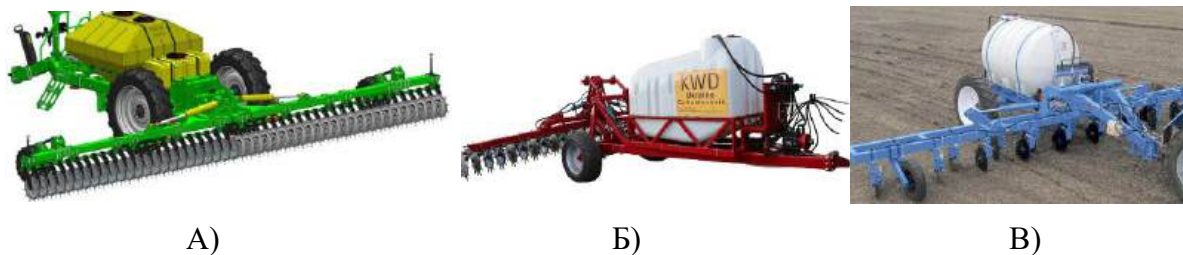


Рис.1. Інжекторні аплікатори: А) ПЖУ 5000-10; Б) Вулкан-10П-250/3000; В) АПІ Cultan.

Внесення рідких добрив у ґрунт аплікатором ПЖУ 5000-10 забезпечується за допомогою дискового робочого органу, що складається з диска та фігурного ножа, встановленого відразу за диском. Аплікатори Вулкан-10П-250/3000 і Cultan ПІ 3692 мають інжекторні робочі органи (Рис. 2.) Подача робочого розчину до робочих органів відбувається через ротаметр (Рис. 3.) через кожну окрему трубку.

Ротаметр перерозподіляє загальний потік рідини до робочих органів машини, що дозволяє забезпечувати рівномірність внесення добрив по ширині захвату, а також запобігають витоку розчину при зменшенні тиску в системі до $0,5 \text{ кг/см}^2$.



Рис. 2. Дисковий (А) та інжекторний (Б) робочі органи.



Рис. 3. Ротаметр

Принцип роботи ін'єкційного колеса наступний. Колесо забезпечене порожнистими голками із твердих сплавів, через які рідке добриво впорскується в ґрунт на глибину до 6 см. Голка працює за принципом форсунки: через вбудовані клапани в маточині ін'єкційного колеса видавлюється в ґрунт під

тиском 3-6 кг/см². Доза добрив встановлюється з урахуванням норми внесення розчину на одиницю поверхні поля за заданої швидкості руху агрегату.

Перевага інекційного способу внесення розчинів добрив полягає в тому, що добрива вносяться безпосередньо в прикореневу зону рослин, що дозволяє значно підвищити їхню ефективність використання кореневою системою рослин, зменшує ймовірність механічного пошкодження та хімічного опіку рослин. Можливість вносити точну кількість добрив за високих доз.

Список використаних джерел

1. Електронний ресурс. <https://intexresurs.com.ua/ua/p1331817885-applikator-mashina-dlya.html>.
2. Електронний ресурс. <https://agrotechsvit.com.ua/ua/p2523402709-agregat-inzhektornogo>.
3. Електронний ресурс. https://agrovektor.com/physical_product/3638763-applikator-inekcionnyu-pricerpnoy-maximarin-cultan-ip-3692-9m.html.
4. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів / О.А. Романащенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, І.Р. Ростовський. Вісник ХНТУСГ «Механізація с.г.», 2019. Вип. № 198 С. 201-205.
5. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів. / О.А. Романащенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідні, І.Р. Ростовський. Вісник ХНТУСГ "Механізація с.г.", 2019. Вип. № 198 С. 201-205.

УДК 661.33

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПНЕВМАТИЧНОГО РОЗКИДНИКА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Артьомов М.П. д.т.н. професор, Калюжний О. Д. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Конструкція пневматичних розкидачів мінеральних добрив складається з: ємності для добрив; турбіни, що створює потік повітря для подачі гранул добрив на поверхню поля; виносних штанг різної довжини; дозаторів, які забезпечують певні норми внесення. Такі розкидачі добрив мають низку переваг у порівнянні з традиційними тарілчастими розкидачами, до якого слід віднести кращий розподіл добрив по поверхні поля. Це досягається тим, що гранули добрив через форсунки викидаються в атмосферу стисненим повітрям. Які формують спрямований струменевий потік повітря в якому відбувається політ гранул в атмосфері. Такий потік повітря обмежує вплив зовнішнього навколишнього повітряного середовища на аеродинамічні форми гранул, що летять, що позитивно позначається на напрям польоту і точність розподілу їх по поверхні поля.

Пневматичні розкидачі діляться на два типи з горизонтальним і вертикальним розподілом добрив. У першому випадку нерівномірність внесення добрив становить не більше 10%, тоді як у другому не більше 5%. Але більшу

перевагу віддають пристроям горизонтального типу, оскільки вони забезпечують кращу точність розподілу добрив під час роботи на полях різної конфігурації.

До недоліків пневматичних розкидачів слід віднести те, що конструкції пристроїв містять виносні штанги різної довжини, призначені для транспортування потоком повітря гранул добрива від дозатора до форсунок. Таке компонування призводить до великих нерівномірних втрат сил при транспортуванні гранул добрив між окремими штангами, що призводить до нерівномірності подачі добрив між окремими штангами. Це підтвердили дослідження рух частинок у замкненому повітряному потоці, які виявили, що рух частинок супроводжується поперечними коливаннями, що відбуваються за рахунок сили тяжкості частинок та сил аеродинамічного підйому. Втрати тиску повітряного потоку, що витрачаються на підйомну силу, визначаються порядком 5% від загальних втрат на транспортування матеріалу, а стійкість транспортування частинок матеріалу залежить від рівномірного розподілу його профілю перерізу трубопроводу і концентрація частинок в повітряному потоці. Є рекомендації, що допустима концентрація повітряно-мінеральної суміші повинна знаходитися в межах 3,5...4% при швидкісному повітряному потоці в межах 19...20 м/с.

Усунути цей недолік можна шляхом створення конструкції пристрою, що складається з турбіни, короткого конусоподібного патрубку на виході якого в поздовжньому центрі поперечному перерізі встановлюється дифузор, який подаються гранули добрив. Такий пристрій показано на рис. 1.

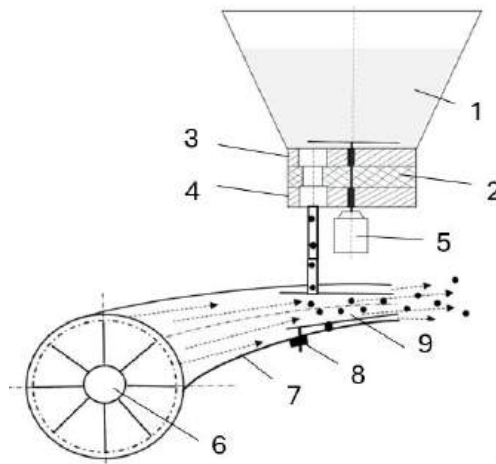


Рис.1. Пневматичний розкидач добрив

Де: 1-бункер для добрив; 2 - дисковий дозатор; 3 - диск нерухомий верхній; 4 - диск нерухомий нижній; 5-електродвигун; 6-турбіна; 7-патрубок конусоподібний; 8-гвинт регулювальний; 9-дифузор.

Працює пристрій в такий спосіб. Гранули добрив з бункера-1, за допомогою дискового дозатора-2, обертання якого походить від електродвигуна-5 через вікна розташовані в нерухомих дисках-3 і 4, подаються по трубопроводу в дифузор-9. Повітряний потік від турбіни-6 по патрубку-7 надходить в дифузор-9 з якого повітряний потік виносить гранули на поле. Швидкість та натиск повітряного потоку можна регулювати за допомогою рухомої ступки дифузора-

9. Переміщення стулки відбувається шляхом закручування або викручування гвинта-8, що призводить до одночасного зменшення або збільшення вхідного та вихідного перерізу дифузора, а значить і кількісного обсягу потоку повітря, що проходить через дифузор-9. Це дозволяє регулювати швидкість потоку повітря, що проходить через дифузор, а також концентрацію повітряно-мінеральної суміші.

Список використаних джерел

1. Патент на корисну модель за №61677 A01C 15/00 Багатодисковий розкидач мінеральних добрив Бюл. №14 от 25.07.2011, Калюжний О.Д., Харченко С.О. та інші.

2. Адамчук В.В. Теоретичні дослідження руху частинок добрив по розсіюючому органу // Трактори та сільськогосподарські машини. - 2003, - №12. Дослідження руху частинки у потоці рідини поблизу рухомої стінки / О.В. Матвієнко, А.О. Андропова, А.В. Андріасян [та ін.] // Вісник ТДУ 2018. № 52. С. 75-88.

3. Оцінка розмірних та якісних параметрів роботи дискового розкидача з електроприводом /Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник /. Артьомов М. П., Калюжний О. Д., Колодяжний І. О., Третяк В. М. ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2021. Вип. № 13 (112). 47-53 с

4. Агрегат для розкидання мінеральних добрив. UA 153252 U. Винахідники: Адамчук В. В., Артьомов М. П., Калюжний О. Д., Колодяжний І.О., Ростовский І. Р. Публікація відомостей про державну реєстрацію: 07.06.2023, Бюл. № 23.

Секція 4

||| **МЕХАТРОНІКА, БЕЗПЕКА
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ ЗАСТОСУВАННЯМ АКТИВНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПРИВОДУ КОЛІС ПРИЧІПНИХ МАШИН

Кісь О. В., асп.; Задорожний В. П., асп.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтовано спосіб підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів шляхом застосування активного електричного приводу коліс причіпних машин.

Активний електричний привід (АЕП) стає все більш актуальним в контексті сільськогосподарської техніки, оскільки пропонує потенційні переваги у паливній ефективності, тяговій ефективності та зменшенні пробуксування. Традиційні дизельні трактори мають певні обмеження, які можуть бути вирішені за допомогою електрифікації приводу.

Дизельні трактори є значним джерелом викидів парникових газів та твердих часток, що робить їх менш екологічними. Заміна дизельних двигунів на електричні приводи, особливо з використанням відновлюваних джерел енергії, може значно зменшити вуглецевий слід сільськогосподарських операцій.

Дослідження показують, що електричні трактори можуть покращити паливну ефективність завдяки більш точному контролю потужності та оптимізації роботи двигуна. Наприклад, можна створювати ефективніші моделі двигунів, що дозволяють оцінювати та покращувати характеристики електричних транспортних засобів.

Електрифікація дозволяє використовувати гібридні системи, де електричний привід доповнюється, наприклад, паливними елементами, що розширює можливості застосування та підвищує ефективність.

Тягова ефективність є критично важливою для сільськогосподарської техніки, оскільки вона визначає здатність трактора передавати потужність на ґрунт для виконання різних операцій, таких як оранка, культивування та посів. АЕП дозволяє більш точно розподіляти крутний момент між колесами, що покращує тягу та зменшує пробуксування.

Вдосконалені системи управління, такі як ті, що базуються на глибокому навчанні з підкріпленням (deep reinforcement learning), можуть бути використані для оптимізації розподілу крутного моменту між колесами, забезпечуючи прямолінійний рух та економію енергії.

Дослідження показують, що електричні повнопривідні трактори (AWD) мають кращі тягові характеристики порівняно з традиційними тракторами. Це пов'язано зі здатністю електричних двигунів незалежно контролювати кожне колесо, що дозволяє оптимізувати тягу в різних умовах ґрунту.

Буксування є серйозною проблемою в сільському господарстві, оскільки воно зменшує тягову ефективність, збільшує споживання палива та спричиняє пошкодження ґрунту. АЕП може допомогти зменшити пробуксування завдяки

точному контролю крутного моменту та використанню систем активного контролю.

Активні системи контролю можуть регулювати крутний момент на кожному колесі в режимі реального часу, щоб мінімізувати пробуксування та максимізувати тягу. Це особливо важливо в складних умовах ґрунту, де зчеплення може змінюватися.

Електричні трактори мають менше рухомих частин, що знижує витрати на обслуговування та збільшує термін служби.

Вони працюють тихіше, що зменшує шумове забруднення в сільській місцевості.

Електрифікація дозволяє інтегрувати інтелектуальні системи управління, які можуть оптимізувати роботу трактора на основі даних про ґрунт, погодні умови та потреби культур.

Необхідні подальші дослідження для оптимізації конструкції електричних тракторів та розробки ефективних систем зберігання енергії (наприклад, акумуляторів або паливних елементів).

Важливо враховувати економічні аспекти, зокрема вартість електричних тракторів та інфраструктури для зарядки.

Потрібні державні стимули та підтримка для сприяння впровадженню електричної сільськогосподарської техніки.

В цілому, активний електричний привід має великий потенціал для покращення паливної та тягової ефективності в сільськогосподарській техніці, а також для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Подальші дослідження та розробки в цій галузі можуть призвести до значних змін у сільськогосподарській практиці.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor

performance when ballasting its rear half-frame. INMATEH –Agricultural Engineering, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

АНАЛІЗ СПОСОБІВ КЕРУВАННЯ ПЕРЕМИКАННЯ ПЕРЕДАЧ В КОРОБЦІ ПЕРЕДАЧ З ГІДРОПІДЖИМНИМИ МУФТАМИ ТРАКТОРА

Задорожний В. П., асп.

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено аналіз способів керування перемиканням передач в коробці передач з гідропіджимними муфтами трактора.

Сільськогосподарські трактори, які працюють у складі орного машинно-тракторного агрегату, потребують ефективних систем керування трансмісією для забезпечення оптимальних тягово-енергетичних показників. Коробки передач з гідропіджимними муфтами є важливими елементами, що впливають на продуктивність та економічність роботи трактора.

Типи систем керування перемиканням передач

Механічне керування. Використання важелів і тросів для ручного перемикання передач. Переваги: простота конструкції; легка ремонтпридатність. Недоліки: потребує значних фізичних зусиль; може бути менш точним в умовах зміни навантаження.

Гідравлічне керування. Система, що використовує тиск рідини для перемикання передач. Переваги: плавність перемикання, що зменшує навантаження на механізми; менше зусиль з боку водія. Недоліки: складність конструкції, можливі витoki рідини; чутливість до температури роботи.

Електронне керування. Використання електроніки для автоматичного або напівавтоматичного перемикавання. Переваги: висока точність і швидкість перемикавання; можливість адаптації під різні умови роботи. Недоліки: вища вартість через складність системи; залежність від електронних компонентів.

Автоматичне перемикавання передач впливає на тягово-енергетичні показники. Гідропіджимні муфти дозволяють забезпечити ефективне зчеплення між двигуном та трансмісією, що позитивно впливає на динаміку руху трактора. Це важливо під час виконання агрономічних робіт, де потрібна висока маневреність.

Системи з плавним переключенням передач забезпечують оптимальне використання потужності двигуна, що сприяє зменшенню витрат пального.

Правильне налаштування системи перемикавання передач може знизити знос трансмісії, продовжуючи термін служби трактора.

Трактори з гідропіджимними муфтами забезпечують стабільну роботу з плугами та іншими знаряддями, що вимагають високих тягових зусиль.

Ефективні системи перемикавання передач забезпечують оптимальні умови для перевезення вантажів, знижуючи витрати на паливо та підвищуючи продуктивність.

Способи керування перемиканням передач у коробках з гідропіджимними муфтами є критично важливими для підвищення тягово-енергетичних показників тракторів у складі орних машинно-тракторних агрегатів. Вибір оптимальної системи залежить від вимог до продуктивності, надійності та економічності. Розуміння переваг і недоліків кожної системи дозволить вдосконалити конструкцію трансмісії та досягти кращих результатів у сільському господарстві.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor

performance when ballasting its rear half-frame. INMATEH –Agricultural Engineering, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОЛИВАННЯ РАМИ ТРАКТОРА НА КОЛЕСА ТА УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ

Світличний О. В., асп.

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено аналіз впливу коливання рами трактора на колеса та ущільнення ґрунту.

Ефективність експлуатації ґрунтообробного сільськогосподарського агрегату безпосередньо пов'язана з динамічними характеристиками трактора. Коливання рами та коліс відіграють критичну роль у формуванні ущільнення ґрунту, що, в свою чергу, впливає на продуктивність сільськогосподарських робіт та здоров'я ґрунту.

Коливання рами трактора викликані нерівностями на поверхні дороги та агрономічного поля. Ці коливання призводять до зміни кута нахилу коліс, що може викликати нерівномірний розподіл навантаження. Це в свою чергу впливає на контакт коліс із землею, зменшуючи ефективність зчеплення.

Постійні коливання можуть призводити до збільшення зносу шин, знижуючи їх експлуатаційні характеристики. Нерівномірний знос може призвести до необхідності частішої заміни шин, що підвищує витрати на обслуговування.

Коли колеса трактора підлягають коливанням, це може призводити до

нерівномірного ущільнення ґрунту, що формує ущільнені ділянки. Така нерівномірність може негативно вплинути на водо- та повітропроникність ґрунту, що заважає нормальному розвитку рослин.

Ущільнені ділянки ґрунту можуть призвести до погіршення його структури, що в свою чергу вплине на доступність поживних речовин для рослин, знижуючи загальну родючість.

Коливання коліс викликають пульсації в навантаженні на ґрунт. Інтенсивність ущільнення залежить від швидкості руху та типу ґрунту. Чим вища швидкість, тим більший ризик ущільнення, оскільки колеса можуть не встигати адаптуватися до нерівностей.

Високі коливання можуть призвести до глибшого ущільнення верхнього шару ґрунту. Це має негативні наслідки для водоутримуючих властивостей ґрунту, що може призвести до посухи або, навпаки, до застою води.

Використання систем активного підвішування, які зменшують коливання рами та коліс, може допомогти зменшити негативний вплив на ґрунт. Такі системи можуть адаптуватися до умов руху, зменшуючи коливання та покращуючи зчеплення.

Використання широких та м'яких шин може зменшити тиск на ґрунт і знизити рівень ущільнення. Шини з низьким тиском можуть також сприяти зменшенню ущільнення завдяки більшій площі контакту з ґрунтом.

Вибір технології обробки ґрунту (наприклад, безвідвальна обробка) може впливати на ступінь ущільнення. Використання правильних агрономічних практик може допомогти зменшити негативний вплив коливань на ґрунт.

Необхідно проводити дослідження, щоб оцінити вплив різних конструкцій тракторів на ущільнення ґрунту. Це дозволить знайти оптимальні рішення для зменшення техногенного впливу на агрокосистеми.

Коливання рами та коліс трактора мають значний вплив на ущільнення ґрунту та, відповідно, на ефективність роботи ґрунтообробного агрегату. Для підвищення ефективності експлуатації агрегату важливо враховувати ці динамічні характеристики та впроваджувати технології, що зменшують техногенний вплив на ґрунт. Це не лише покращить продуктивність сільськогосподарських робіт, але й сприятиме збереженню родючості та екологічного балансу в агрономічних процесах.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. Engineering for Rural Development, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРУТНИХ МОМЕНТІВ НА КОЛЕСАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО АГРЕГАТУ

Сміцков Д. С., асп.

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено спосіб використання нейронних мереж для визначення крутних моментів на колесах сільськогосподарського агрегату.

Оптимізація тягово-енергетичних показників сільськогосподарського агрегату є критично важливим завданням для підвищення продуктивності та зниження витрат. Визначення крутних моментів на колесах під час експериментальних досліджень є складним процесом, але інтеграція нейронних мереж може значно полегшити це завдання, підвищуючи точність та ефективність.

Нейронні мережі складаються з кількох шарів.

Вхідний шар: отримує дані з сенсорів, таких як тиск в шинах, швидкість, навантаження та інші параметри.

Сховані шари: виконують обробку даних, виявляючи патерни та зв'язки між вхідними параметрами.

Вихідний шар: генерує прогнози крутних моментів на основі обробленої інформації.

Навчання нейронної мережі відбувається через адаптацію вагових коефіцієнтів. Основні етапи включають:

Ініціалізація ваг: Випадкові значення для початкових вагових коефіцієнтів.

Подача даних: Введення навчальних даних у мережу.

Обчислення втрат: Використання функції втрат для оцінки помилки між прогнозами та фактичними значеннями.

Зворотне розповсюдження: Коригування ваг на основі отриманої помилки.

Для ефективного навчання нейронної мережі важливо зібрати різноманітні дані, включаючи: Вимірювання крутного моменту на колесах в різних умовах, Вага агрегату, тип ґрунту, швидкість руху, глибина обробки. Додаткові фактори: температура, вологість, тиск в шинах, що можуть впливати на характеристики агрегату.

Дані потрібно нормалізувати та підготувати до навчання, що включає: нормалізація: приведення значень до одного діапазону для полегшення навчання; розподіл на вибірки: розділення даних на навчальну, валідаційну та тестову вибірки для оцінки результатів.

Після підготовки даних нейронна мережа навчається на основі даних, що включає: експериментальні вимірювання: збір даних під час реальних польових випробувань для підвищення точності моделі; регуляризація: використання методів, таких як дроп-аут, для запобігання перенавчанню.

Нейронні мережі можуть використовуватися для прогнозування крутного моменту в реальному часі. Нейронна мережа аналізує вхідні дані, щоб швидко генерувати прогноз крутного моменту. На основі прогнозованих значень система може вносити зміни в навантаження, оптимізуючи роботу агрегату.

Завдяки аналітичним можливостям нейронних мереж, можна реалізувати адаптивні системи управління. Постійний аналіз даних, що дозволяє системі адаптуватися до змін у робочих умовах. Зменшення витрат пального за рахунок підтримки оптимальних режимів роботи.

Нейронні мережі здатні виявляти складні залежності у великих наборах даних, що покращує точність прогнозів. Мережі можуть адаптуватися до нових умов без значних змін у структурі моделі. Швидка обробка даних у реальному часі, що дозволяє оперативно реагувати на зміни навантаження.

Наявність достатньої кількості якісних даних є критично важливою для успішного навчання нейронної мережі.

Складні архітектури можуть вимагати значних обчислювальних ресурсів

та часу для навчання, що може бути обмеженням у деяких випадках.

Нейронні мережі можуть діяти як «чорні ящики», що ускладнює інтерпретацію результатів і обґрунтування рішень.

Використання нейронних мереж для визначення крутних моментів на колесах сільськогосподарського агрегату є перспективним інструментом для оптимізації навантажувальних режимів. Завдяки здатності аналізувати великі обсяги даних і адаптуватися до змін у робочих умовах, нейронні мережі можуть суттєво підвищити ефективність експлуатації. Це, в свою чергу, сприятиме зменшенню витрат, покращенню тягово-енергетичних показників та зниженню техногенного впливу на ґрунт.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.
2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.
5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ОРАНКИ ОРНИМ АГРЕГАТОМ

Шаповал В. В., асп.

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено методи покращення якості оранки орним агрегатом.

Якість оранки є вирішальним фактором, що впливає на родючість ґрунту та успішність подальшого вирощування сільськогосподарських культур. Для досягнення високої якості оранки важливо впроваджувати різноманітні стратегії та технології, які дозволяють оптимізувати процеси обробки ґрунту.

Залежно від типу ґрунту, важливо використовувати відповідні плуги. Наприклад, для важких та глинистих ґрунтів краще підходять плуги з широкою захватною смугою, що дозволяє якісно розпушити та перемішати ґрунт.

Оптимальна глибина оранки сприяє кращому перемішуванню органічних залишків з ґрунтом, що покращує його структуру і зберігає вологу.

Використання інноваційних матеріалів, таких як леговані сталі або спеціальні полімери, може зменшити тертя і знос, що покращить якість оранки та зменшить витрати на обслуговування.

Впровадження GPS-технологій для точного контролю траєкторії руху агрегату допомагає уникнути перекриттів і пропусків, що позитивно впливає на якість обробки ґрунту.

Встановлення сенсорів для моніторингу глибини оранки та стану ґрунту в реальному часі дозволяє оперативно реагувати на зміни.

Використання алгоритмів, які автоматично регулюють швидкість та глибину оранки в залежності від умов ґрунту. Це дозволяє підтримувати стабільну продуктивність та якість.

Застосування культиваторів перед оранкою для розпушування верхнього шару ґрунту, що сприяє кращій обробці.

Збагачення ґрунту органічними речовинами покращує його структуру, родючість та водозабезпеченість.

Правильна сівозміна допомагає відновити родючість ґрунту, зменшуючи ерозію та покращуючи структуру.

Уникання оранки під час дощів або в умовах надмірної вологості, що може призвести до ущільнення ґрунту і погіршення якості оранки.

Виконання оранки в оптимальні терміни, що відповідають агрономічним вимогам, забезпечує кращу обробку ґрунту.

Регулярні тренінги для механізаторів щодо налаштувань плуга, вибору оптимальних режимів роботи та контролю якості оранки. Це сприяє підвищенню

професійних навичок і зменшує ризик помилок під час роботи.

Нейронні мережі можуть аналізувати великі обсяги даних і прогнозувати оптимальні умови для оранки, дозволяючи оперативно коригувати навантаження на агрегат.

Застосування технологій, які автоматично підлаштовують роботу агрегату під зміни в умовах роботи, що підвищує ефективність оранки.

Покращення якості оранки одним агрегатом вимагає комплексного підходу, що включає оптимізацію технічних параметрів, впровадження сучасних технологій, агрономічні практики та врахування природних умов. Ці заходи забезпечать високий рівень обробки ґрунту, підвищать родючість і продуктивність сільськогосподарських культур, а також зменшать негативний вплив на навколишнє середовище.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ ПОКРАЩЕННЯМ ДИНАМІКИ ПРИЧІПНОЇ МАШИНИ

Слущкий І. К., Коршунов А. М. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено методи забезпечення ефективної експлуатації машинно-тракторного агрегату покращенням динаміки причіпної машини.

Ефективність експлуатації машинно-тракторних агрегатів (МТА) є важливим аспектом сучасного сільського господарства, оскільки він безпосередньо впливає на продуктивність, витрати пального та загальну рентабельність. Поліпшення динамічних характеристик причіпних машин може суттєво підвищити ефективність роботи агрегатів, що, в свою чергу, сприяє покращенню якості обробки ґрунту та врожайності.

Динаміка причіпної машини визначає її взаємодію з трактором, що впливає на загальну продуктивність. Хороша динаміка забезпечує оптимальне розподілення тягових зусиль між колесами, що сприяє кращій обробці ґрунту.

Покращення динамічних показників забезпечує стабільність роботи агрегату на різних типах ґрунтів. Це дозволяє зменшити ризик перевантаження та забезпечити безпечніші умови роботи.

Оптимізація розташування центру ваги машини для підвищення маневреності та зменшення ризику перекидання.

Використання активних систем підвішування, які зменшують коливання, покращують комфорт для оператора і знижують знос елементів.

Правильний вибір шин та їх тиску зменшує опір коченню, покращує зчеплення з ґрунтом і, як наслідок, знижує витрату пального. Шини з низьким тиском можуть сприяти зменшенню ущільнення ґрунту.

Встановлення сенсорів для збору даних про динамічні характеристики в реальному часі дозволяє оперативно реагувати на зміни в умовах роботи та покращує контроль над процесом.

Використання інтелектуальних систем, які адаптуються до умов роботи, забезпечує оптимальні параметри. Це дозволяє зменшити людський фактор і підвищити точність виконання операцій.

Оптимізація динаміки призводить до зменшення витрат пального, оскільки

агрегат працює більш ефективно. Це також знижує витрати на обслуговування, оскільки зменшується знос компонентів.

Поліпшення швидкості обробки ґрунту та загальної продуктивності МТА підвищує ефективність сільськогосподарських робіт. Це дозволяє виконувати більше завдань за менший час, що є важливим у сезонних роботах.

Застосування агрономічних практик, таких як правильна сівозміна та використання органічних добрив, разом із покращенням динаміки агрегату може суттєво підвищити родючість ґрунту.

Впровадження сучасних технологій моніторингу дозволяє агрономам отримувати точні дані про стан ґрунту та оптимізувати процеси обробки.

Покращення динамічних характеристик причіпних машин є ключовим напрямком для забезпечення ефективної експлуатації машинно-тракторного агрегату. Інвестування в інноваційні технології та оптимізацію конструктивних елементів не лише підвищить продуктивність, а й зменшить негативний вплив на навколишнє середовище, сприяючи сталому розвитку сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ РОЗРОБКОЮ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДИНАМІКИ

Коршунов А. М., Чигир М. А. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено методи забезпечення підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки розробкою мехатронної системи контролю динаміки.

Сучасні вимоги до сільськогосподарської техніки вимагають підвищення експлуатаційних показників, включаючи ефективність, надійність та економічність. У цьому контексті розробка мехатронних систем контролю динаміки може стати ключовим чинником для оптимізації роботи техніки та підвищення продуктивності в аграрному секторі.

Мехатронні системи поєднують у собі механічні елементи, електронні компоненти та програмне забезпечення, що забезпечує високий рівень автоматизації. Ця інтеграція дозволяє створювати системи, які можуть адаптуватися до змін у навколишньому середовищі, забезпечуючи оптимальні умови роботи техніки.

Автоматизація управлінських процесів зменшує вплив людського фактора, підвищує точність виконання операцій і скорочує час на їх виконання. Це особливо важливо в умовах, коли швидкість та ефективність є критично важливими для успішного ведення сільського господарства.

Використання датчиків для моніторингу параметрів, таких як швидкість, навантаження, температура та інші критичні показники, що впливають на ефективність роботи техніки. Це дозволяє отримувати дані в реальному часі та проводити їх аналіз.

Використання електричних, гідравлічних або пневматичних актуаторів для точного регулювання робочих параметрів техніки. Актуатори відповідають за виконання команд, отриманих від контролера, що забезпечує швидку реакцію на зміни в умовах роботи.

Використання PLC для обробки даних, отриманих від датчиків, і управління роботою мехатронної системи. PLC дозволяють реалізувати складні алгоритми управління, що покращують ефективність роботи.

Перед розробкою мехатронної системи важливо провести детальний аналіз потреб сільськогосподарської техніки. Це включає в себе оцінку існуючих проблем, які можуть бути вирішені за допомогою автоматизації, та визначення ключових параметрів, які потрібно контролювати.

Створення алгоритмів для обробки даних є критично важливим етапом. Алгоритми повинні бути здатні адаптувати роботу техніки до змін у навколишньому середовищі, забезпечуючи оптимальні умови для виконання завдань.

Після розробки мехатронної системи необхідно провести серію тестів для перевірки її роботи в реальних умовах. Це дозволяє виявити можливі недоліки та внести корективи перед масовим впровадженням.

Автоматизація процесів веде до підвищення продуктивності сільськогосподарської техніки. Завдяки точному контролю динаміки можна виконувати більше завдань за короткий час, що є особливо важливим у сезонні періоди.

Висока точність контролю динаміки дозволяє зменшити ризик помилок під час виконання операцій, покращуючи якість обробки ґрунту та збільшуючи врожайність.

Завдяки підвищенню ефективності та зменшенню витрат на паливо та обслуговування, впровадження мехатронних систем стає економічно вигідним.

Інтеграція мехатронних систем у вже існуючі агрегати може бути складним завданням, пов'язаним з необхідністю модернізації та адаптації обладнання.

Забезпечення належного навчання для операторів техніки, що використовує нові мехатронні системи, є критично важливим. Це дозволяє максимально ефективно використовувати нові технології та знижувати ризики помилок.

Необхідність регулярного технічного обслуговування мехатронних систем для забезпечення їх надійності та безперебійної роботи.

Розробка мехатронних систем контролю динаміки є перспективним шляхом для підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки. Це дозволяє забезпечити більш ефективну, надійну та економічну роботу, що є важливим для сталого розвитку аграрного сектора. Впровадження інноваційних технологій у сільське господарство сприятиме не лише підвищенню продуктивності, а й зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.
5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ РОЗРОБКОЮ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ НАХИЛУ

Чигир М. А., Зеленько В. О. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено метод зниження динамічних навантажень сільськогосподарської техніки розробкою мехатронної системи контролю нахилу.

Зниження динамічних навантажень на сільськогосподарську техніку є критично важливим аспектом для підвищення її надійності, довговічності та безпеки. Розробка мехатронних систем контролю нахилу може радикально поліпшити експлуатаційні характеристики техніки, зменшити ризик ушкоджень та підвищити ефективність сільськогосподарських робіт.

Нахил техніки під час роботи може призводити до значного збільшення динамічних навантажень на елементи конструкції, включаючи рами, колеса та навісні знаряддя. Це може викликати:

Постійні коливання та нерівномірні навантаження призводять до швидшого зносу.

Підвищений ризик перекидання техніки на схилах або під час роботи на нерівних ділянках.

Контроль нахилу забезпечує стабільність роботи техніки, зменшуючи ризик аварій та збільшуючи комфорт роботи для оператора. Це особливо важливо в умовах, коли техніка працює на схилах або в складних умовах.

Використання інерційних датчиків, акселерометрів та гіроскопів для постійного моніторингу кута нахилу. Ці датчики забезпечують точні дані для аналізу та управління.

Важливі для швидкого реагування на зміни нахилу та автоматичного коригування.

Інтеграція програмованих логічних контролерів (PLC) та мікроконтролерів для обробки даних від датчиків. Вони забезпечують швидку реакцію на перепади нахилу та автоматично коригують роботу техніки.

Розробка алгоритмів для адаптації функціонування техніки відповідно до отриманих даних.

Використання електричних або гідравлічних актуаторів для автоматичного коригування положення сільськогосподарської техніки на основі даних, отриманих від датчиків.

Актуатори можуть бути використані для активної стабілізації техніки під час роботи на нерівних поверхнях.

Впровадження системи контролю нахилу дозволяє зменшити динамічні навантаження на елементи техніки, що:

Підвищує надійність: Зменшення ризику поломок і зносу.

Тривалість служби: Подовження терміну експлуатації компонентів.

Системи контролю нахилу значно зменшують ризик перекидання техніки під час роботи, що забезпечує:

Безпеку оператора: Зменшення ймовірності травм.

Захист навколишнього середовища: Зниження ризику аварій, які можуть призвести до екологічних проблем.

Забезпечення стабільної роботи техніки в різних умовах підвищує загальну продуктивність сільськогосподарських робіт, що включає:

- Ефективніше виконання завдань: Зменшення часу на виконання операцій.

- Покращення якості обробки: Зменшення помилок у роботі та підвищення якості обробки ґрунту.

Впровадження мехатронних систем може вимагати модернізації обладнання, що є технічно складним і затратним процесом.

Необхідність забезпечення сумісності нових систем з існуючими компонентами техніки.

Необхідність навчання операторів правильному використанню нових технологій для максимального використання їх потенціалу.

Регулярне підвищення кваліфікації персоналу для роботи з новими системами.

Необхідність проведення регулярного технічного обслуговування мехатронних систем для забезпечення їхньої надійності та ефективності.

Розробка мехатронних систем контролю нахилу є перспективним рішенням для зниження динамічних навантажень на сільськогосподарську техніку. Це дозволяє підвищити її надійність, безпеку та продуктивність, що є важливим для сталого розвитку аграрного сектору. Інвестиції в нові технології не лише підвищують ефективність, а й зменшують негативний вплив на навколишнє середовище, забезпечуючи більш стійке ведення сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. Engineering for Rural Development, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. INMATEH –Agricultural Engineering, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

РОЗРОБКА МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Зеленько В. О., Усенко Д. О. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено розробку мехатронної системи контролю швидкості обертання для покращення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки.

Сучасні вимоги до сільськогосподарської техніки диктують необхідність підвищення експлуатаційних показників, таких як продуктивність, точність і надійність. Розробка мехатронних систем контролю швидкості обертання є важливим кроком для оптимізації роботи техніки, що дозволяє забезпечити ефективніше використання ресурсів і зменшити витрати.

Оптимальне управління швидкістю обертання робочих органів техніки забезпечує:

Ефективність виконання агрономічних операцій. Наприклад, для оранки, сівби та обробки ґрунту потрібна різна швидкість обертання, що впливає на якість обробки.

Зменшення часу виконання. Автоматизація контролю швидкості дозволяє зменшити час, необхідний для виконання сільськогосподарських робіт.

Контроль швидкості обертання допомагає оптимізувати витрати пального:

Управління навантаженням. Техніка працює в оптимальному режимі, що знижує споживання пального.

Економічність. Зменшення витрат на паливо підвищує рентабельність сільськогосподарських робіт.

Використання оптичних, магнітних або індуктивних датчиків, які забезпечують точне вимірювання швидкості обертання в реальному часі.

Датчики забезпечують постійний збір даних, що дозволяє адаптувати роботу техніки до змін у навколишньому середовищі.

Інтеграція PLC або мікроконтролерів для обробки даних, отриманих від датчиків. Це забезпечує автоматичне регулювання швидкості обертання.

Розробка алгоритмів, які дозволяють оптимізувати швидкість обертання залежно від типу операцій та характеристик ґрунту.

Використання електричних або гідравлічних актуаторів для швидкого та точного регулювання швидкості обертання робочих органів.

Актуатори, що реагують на зміну швидкості, забезпечують стабільність і точність роботи.

Автоматизація контролю швидкості обертання дозволяє:

Оптимізувати робочі процеси. Збільшити ефективність сільськогосподарських робіт завдяки точному регулюванню швидкості.

Зменшити час на виконання завдань. Швидше виконання агрономічних операцій.

Точний контроль швидкості обертання забезпечує:

Рівномірність обробки. Висока точність сприяє покращенню якості виконання агрономічних завдань.

Зменшення помилок. Автоматизація знижує ризик людських помилок під час роботи.

Впровадження мехатронної системи призводить до:

Економії пального. Оптимізація швидкості обертання зменшує споживання пального.

Зменшення зносу техніки. Більш рівномірна робота знижує навантаження на компоненти, що веде до зниження витрат на обслуговування.

Розробка та впровадження нових мехатронних систем може вимагати модернізації старих моделей техніки.

Інвестиції в нові технології можуть бути значними.

Оператори повинні бути навченою правильному використанню нових технологій для максимального використання їх потенціалу.

Регулярне навчання для підтримки знань про нові системи та технології.

Розробка мехатронної системи контролю швидкості обертання є важливим кроком для покращення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки. Це дозволяє підвищити ефективність, надійність і економічність, що є критичним для сталого розвитку аграрного сектору. Впровадження інноваційних

технологій не лише підвищить продуктивність, але й зменшить негативний вплив на навколишнє середовище, сприяючи більш стійкому веденню сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.
2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.
5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

РОЗРОБКА МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РАДІУСУ КОЛЕСА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Усенко Д. О., Усенко Я. Д. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено розробку мехатронної системи контролю радіусу колеса для підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки.

Сучасні сільськогосподарські технології вимагають впровадження інноваційних рішень для оптимізації роботи. Розробка мехатронних систем контролю радіусу колеса є важливим кроком для підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки, оскільки правильне регулювання радіусу колеса може суттєво вплинути на продуктивність, ефективність і безпеку роботи.

Контроль радіусу колеса забезпечує кращу маневреність техніки, що є критично важливим під час проведення сільськогосподарських операцій на обмежених або нерівних ділянках.

Системи контролю можуть автоматично адаптувати радіус колеса в залежності від умов роботи, що дозволяє покращити управління технікою.

Правильне регулювання радіусу зменшує знос шин і інших компонентів, що сприяє підвищенню довговічності техніки.

Зниження зносу веде до зменшення витрат на ремонт та заміну компонентів.

Використання лазерних або ультразвукових датчиків для точного моніторингу радіусу колеса в реальному часі. Це дозволяє отримувати дані про зміни нахилу та стан дороги.

Забезпечують інформацію про реальний радіус колеса, що дозволяє коригувати системи управління.

Інтеграція мікроконтролерів для обробки даних від датчиків і автоматичного регулювання радіусу колеса. Це забезпечує швидку реакцію на зміни в умовах роботи.

Розробка алгоритмів, які дозволяють оптимізувати швидкість та точність зміни радіусу колеса в залежності від специфіки агрономічних операцій.

Використання актуаторів для зміни положення колеса, що дозволяє адаптувати радіус під час роботи. Це забезпечує необхідну гнучкість для виконання різних завдань.

Актуатори можуть використовуватися для активної стабілізації техніки на нерівних поверхнях.

Автоматизація контролю радіусу колеса дозволяє збільшити продуктивність сільськогосподарських робіт завдяки точному регулюванню швидкості та радіусу.

Швидше виконання агрономічних операцій завдяки динамічному контролю.

Точний контроль радіусу забезпечує рівномірність обробки ґрунту, що покращує якість виконання агрономічних завдань.

Автоматизація знижує ризик людських помилок під час роботи, що підвищує надійність.

Оптимізація роботи техніки зменшує споживання пального.

Більш рівномірна робота знижує навантаження на компоненти, що веде до зниження витрат на обслуговування.

Впровадження нових мехатронних систем може вимагати модернізації старих моделей техніки, що є технічно складним і затратним.

Необхідність забезпечення сумісності нових систем з існуючими компонентами техніки.

Оператори повинні бути навченою правильному використанню нових технологій для максимального використання їх потенціалу.

Регулярне навчання для підтримки знань про нові системи та технології.

Подальші дослідження та розробка нових технологій контролю, що можуть забезпечити ще більшу точність та надійність.

Використання мехатронних систем може сприяти зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, завдяки зменшенню витрат пального та зношення техніки.

Розробка мехатронної системи контролю радіусу колеса є важливим кроком для підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки. Це дозволяє зменшити знос, підвищити продуктивність і ефективність, що є критичним для сталого розвитку аграрного сектору. Інвестиції в інноваційні технології забезпечать більш стійке ведення сільського господарства та підвищать конкурентоспроможність аграрного виробництва.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. Engineering for Rural Development, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. INMATEH –Agricultural Engineering, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

РОЗРОБКА МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ В МЕХАНІЗМІ НАВІСКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Усенко Я. Д., Хижа М. П. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено розробку мехатронної системи визначення сили в механізмі навіски для підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки.

Сільськогосподарська техніка зазнає постійних змін і вдосконалення для підвищення її ефективності та продуктивності. Розробка мехатронних систем для визначення сили в механізмі навіски є важливим кроком у модернізації техніки. Це рішення може суттєво підвищити експлуатаційні показники, забезпечуючи точність, ефективність та надійність роботи.

Точне вимірювання сили сприяє оптимізації роботи знарядь, що забезпечує їх ефективне використання в залежності від типу ґрунту та умов роботи.

Контроль сили допомагає уникнути перевантаження, що може призвести до поломок і зниження продуктивності.

Забезпечення більш якісної обробки ґрунту підвищує ефективність

сільськогосподарських робіт і позитивно впливає на врожайність.

Автоматизація знижує ризик людських помилок під час налаштування техніки.

Використання тензодатчиків для вимірювання сили, що діє на механізм навіски. Ці датчики забезпечують точні дані в реальному часі, що дозволяє оперативно реагувати на зміни.

Вони забезпечують інформацію про реальні навантаження, що дозволяє коригувати роботу механізму в процесі експлуатації.

Інтеграція мікроконтролерів для обробки даних від датчиків та автоматичного регулювання роботи механізму навіски. Це забезпечує швидку реакцію на зміни у навантаженнях.

Розробка алгоритмів, які дозволяють адаптувати роботу техніки до умов експлуатації та специфіки агрономічних завдань.

Використання для коригування положення знарядь залежно від вимірюваної сили. Актуатори забезпечують необхідну гнучкість для виконання різних завдань з обробки ґрунту.

Додаткові механізми, що дозволяють підтримувати стабільність техніки на нерівних поверхнях.

Збільшити продуктивність сільськогосподарських робіт завдяки точному налаштуванню навантаження на знаряддя.

Автоматизовані системи забезпечують швидке реагування на зміни в умовах роботи.

Точний контроль за силою навіски. Запобігання перевантаження та поломок забезпечує безпеку для оператора і оточуючих. Системи контролю допомагають зменшити втоми оператора, оскільки автоматизують частину процесів.

Оптимізація роботи техніки зменшує споживання пального, що безпосередньо впливає на витрати.

Більш рівномірна робота знижує навантаження на механізми, що веде до зменшення витрат на обслуговування та ремонт.

Впровадження нових мехатронних систем може вимагати модернізації старих моделей техніки, що є технічно складним завданням.

Необхідність забезпечення сумісності нових технологій з існуючими механізмами.

Оператори повинні пройти навчання для правильного використання нових технологій, що дозволить максимально використовувати їх потенціал.

Регулярне навчання для підтримки знань про нові системи та технології, щоб забезпечити ефективність їх використання.

Подальші дослідження у сфері мехатроніки можуть призвести до створення більш досконалих систем контролю, що забезпечать ще більшу точність.

Впровадження таких систем може сприяти зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, завдяки зменшенню витрат пального та зношення техніки.

Розробка мехатронної системи визначення сили в механізмі навіски є важливим кроком для підвищення експлуатаційних показників сільськогосподарської техніки. Це рішення дозволяє підвищити ефективність, надійність і економічність, що є критичним для сталого розвитку аграрного сектору. Інвестиції в інноваційні технології забезпечать більш стійке ведення сільського господарства та підвищать конкурентоспроможність аграрного виробництва.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.
2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.
5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної

машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

РОЗРОБКА НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ НА ТРАКТОР ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ

Хижа М. П., Тризна Д. С. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено розробку навантажувального пристрою на трактор для покращення ефективності навантажувальних робіт.

У сучасному сільському господарстві ефективність навантажувальних робіт є критично важливою для підвищення продуктивності. Розробка навантажувального пристрою на трактор може суттєво покращити ці показники, забезпечуючи швидкість, точність і зручність виконання робіт. Це, в свою чергу, сприяє оптимізації процесів у сільському господарстві та зменшенню витрат.

Системи, що автоматизують навантаження, скорочують час виконання операцій. Наприклад, замість ручного навантаження, яке може займати багато часу, автоматизовані системи дозволяють виконувати цю роботу швидше і ефективніше.

Використання сучасних технологій для навантаження знижує витрати на паливо та обслуговування техніки. Оптимальні рішення дозволяють зменшити споживання енергії та ресурси, що використовуються під час навантажувальних робіт.

Автоматизація процесів знижує ймовірність травм для операторів та сторонніх осіб. Наприклад, зменшується необхідність ручного підйому важких вантажів, що знижує ризик травм.

Наявність системи контролю навантаження дозволяє уникати перевантажень. Датчики можуть автоматично зупиняти процес, якщо навантаження перевищує допустимі норми.

Розробка спеціалізованих вил або ковшів для підйому і переміщення вантажів. Конструкція повинна бути такою, щоб забезпечувати легкість у використанні та високу ефективність.

Використання легких, але міцних матеріалів, що забезпечують довговічність конструкції. Це дозволяє зменшити вагу пристрою, зберігаючи при цьому його міцність і надійність.

Для підйому та опускання навантаження з високою точністю. Гідравлічна система дозволяє швидко і ефективно виконувати навантажувальні операції.

Інтеграція електронних контролерів для автоматизації роботи. Це забезпечує можливість дистанційного управління та моніторингу роботи пристрою.

Для моніторингу навантаження в реальному часі, що дозволяє уникнути перевантаження. Датчики можуть бути інтегровані в систему управління для

автоматичного коригування навантаження.

Автоматизовані системи зменшують час на підготовку та виконання навантажувальних робіт. Це дозволяє зосередитися на інших агрономічних операціях, підвищуючи загальну продуктивність.

Забезпечення рівномірного розподілу навантаження зменшує ризик пошкодження вантажу. Це також дозволяє підтримувати високі стандарти якості при виконанні робіт.

Пристрій може бути використаний для різних типів навантажень, що підвищує його ефективність у різних умовах. Це дозволяє використовувати один пристрій для різних типів сільськогосподарських робіт.

Необхідність модифікації старих моделей може бути технічно складною. Це передбачає значні витрати часу та ресурсів на проектування та тестування.

Оператори повинні пройти навчання для правильного використання нової техніки. Це важливо для забезпечення безпеки та ефективності роботи.

Подальші дослідження у сфері механізації можуть призвести до створення більш досконалих навантажувальних пристроїв, що забезпечать ще більшу точність та ефективність.

Впровадження таких пристроїв може сприяти зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище через зменшення витрат пального та зношення техніки.

Розробка навантажувального пристрою на трактор є важливим кроком для покращення ефективності навантажувальних робіт. Це не лише підвищує продуктивність, але й забезпечує безпеку та зручність у роботі, що є критично важливим для сталого розвитку аграрного сектору. Інвестиції в нові технології відкривають нові можливості для аграріїв, сприяючи підвищенню конкурентоспроможності в умовах сучасного ринку.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor

performance when ballasting its rear half-frame. INMATEH –Agricultural Engineering, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПЕРЕКИДАННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ СТІЙКОСТІ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА

Тризна Д. С., Шамчук І. О. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено розробку системи попередження перекидання для покращення стійкості колісного трактора.

Стійкість колісного трактора є критично важливою для забезпечення безпеки операторів і ефективності виконання сільськогосподарських робіт. Перекидання трактора може призвести до серйозних травм, пошкодження техніки та зупинки виробничих процесів. Розробка системи попередження перекидання є важливим кроком для підвищення надійності та безпеки роботи сільськогосподарської техніки.

Перекидання трактора може мати фатальні наслідки, тому важливо розробити системи, які не лише попереджають про небезпеку, але й активують системи стабілізації.

Безпечні умови роботи важливі не лише для операторів, а й для працівників, які перебувають поряд з машинами.

Зниження ризику перекидання дозволяє оператору зосередитися на виконанні завдань, що підвищує загальну продуктивність і якість роботи.

Використання акселерометрів і гіроскопів дозволяє моніторити кут нахилу

трактора в реальному часі. Ці датчики можуть виявляти зміни в нахилі та передавати дані на систему управління.

Вимірювання розподілу ваги на колесах допомагає визначити ризики перевантаження, що є критичним для запобігання перекиданню.

Інтеграція мікроконтролерів для обробки даних від датчиків. Це дозволяє системі швидко реагувати на зміни в нахилі та навантаженні.

Попередження для операторів, що активуються при перевищенні критичних значень нахилу, дозволяють своєчасно вжити заходів.

Використання гідравлічних або електричних актуаторів для автоматичного коригування положення трактора, що допомагає підтримувати його рівновагу під час роботи на нерівних поверхнях.

Оператори отримують своєчасні попередження про небезпечні умови, що дозволяє вжити заходів для запобігання перекиданню.

Автоматичні системи стабілізації допомагають підтримувати баланс трактора, особливо під час роботи на схилах або нерівностях.

Системи попередження знижують ризики перевантаження та пошкоджень, що подовжує термін служби трактора та зменшує витрати на обслуговування.

Впровадження нових систем може вимагати модифікацій старих тракторів, що є технічно складним і затратним процесом.

Необхідність навчання операторів для ефективного використання нових технологій. Це важливо для забезпечення безпеки та підвищення продуктивності.

Подальші дослідження у сфері мехатроніки можуть призвести до створення більш досконалих систем контролю, що забезпечать ще більшу точність і надійність.

Впровадження таких систем може сприяти зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, завдяки зниженню аварійності та покращенню умов роботи.

Розробка системи попередження перекидання є важливим кроком для покращення стійкості колісного трактора. Це рішення дозволяє підвищити безпеку, продуктивність і надійність техніки, що є критично важливим для сталого розвитку аграрного сектору. Інвестиції в такі системи сприятимуть зменшенню ризиків і підвищенню ефективності сільськогосподарських робіт.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. Engineering for Rural Development, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ ПРИ РОБОТІ НА СХИЛАХ

Шамчук І. О., Копилов Д. В. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено метод підвищення стійкості машинно-тракторного агрегату при роботі на схилах.

Стійкість машинно-тракторного агрегату (МТА) під час роботи на схилах є критично важливою для забезпечення безпеки, ефективності та продуктивності агрономічних робіт. Підвищення стійкості МТА дозволяє зменшити ризик перекидання, поліпшити маневреність та забезпечити стабільність роботи в складних умовах.

Перекидання трактора може мати фатальні наслідки, тому важливо розробити системи, які не лише попереджають про небезпеку, але й активують

системи стабілізації.

Підвищення стійкості знижує ймовірність небезпечних ситуацій, що є важливим для збереження здоров'я операторів та працівників, які перебувають поблизу.

Стійкі агрегати можуть виконувати роботи швидше та якісніше, що позитивно впливає на врожайність. Оператори можуть зосередитися на виконанні завдань без відволікань на можливі небезпеки.

Системи, що зменшують ризик перекидання, дозволяють знизити час простою техніки, що є критично важливим у сезонні періоди.

Використання агрегатів з більшою шириною колісної бази для покращення стабільності. Це дозволяє зменшити ризик перекидання при маневруванні.

Проектування техніки з низьким центром ваги для зменшення ризику перекидання. Низький центр ваги допомагає підтримувати баланс, особливо на нерівностях.

Використання датчиків нахилу та навантаження для автоматичного коригування роботи агрегату. Це забезпечує своєчасне реагування на зміни в умовах роботи.

Впровадження гідравлічних чи електричних систем, що активізують стабілізацію під час роботи на схилах. Такі системи можуть автоматично налаштовувати положення агрегату для підтримання балансу.

Розробка програмних рішень для оцінки ризиків перекидання та коригування роботи агрегату в реальному часі. Це дозволяє зменшити ймовірність небезпечних ситуацій за рахунок прогнозування поведінки агрегату.

Системи попередження та стабілізації знижують ризики для операторів та оточуючих, що позитивно впливає на загальну безпеку агрономічних робіт.

Підвищення стійкості дозволяє виконувати роботу на схилах ефективніше, зменшуючи час виконання завдань та підвищуючи якість обробки.

Зменшення зносу та ризиків поломок знижує витрати на обслуговування техніки, що є важливим фактором для аграріїв.

Впровадження нових систем може вимагати модернізації старих моделей техніки, що є технічно складним і затратним процесом.

Необхідність навчання операторів для ефективного використання нових технологій. Це важливо для забезпечення безпеки та підвищення продуктивності.

Подальші дослідження у сфері мехатроніки можуть призвести до створення більш досконалих систем контролю, що забезпечать ще більшу точність та надійність при роботі на схилах.

Впровадження таких систем може сприяти зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище через зменшення аварійності та покращення умов роботи.

Підвищення стійкості машинно-тракторного агрегату при роботі на схилах є важливим завданням для забезпечення безпеки та продуктивності сільськогосподарських робіт. Інноваційні рішення в конструкції, управлінні та програмному забезпеченні можуть суттєво знизити ризики перекидання та

підвищити ефективність роботи техніки. Це сприятиме сталому розвитку аграрного сектору та підвищенню конкурентоспроможності сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

РОЗРОБКА МЕХАТРОННОГО ПРИВОДУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

Копилов Д. В., Діденко О. О. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено розробку мехатронного приводу робочих органів машинно-тракторного агрегату.

Розробка мехатронного приводу для робочих органів машинно-тракторного агрегату (МТА) є важливим етапом у модернізації сільськогосподарської техніки. Впровадження таких систем дозволяє суттєво підвищити ефективність, точність і надійність роботи техніки, що є критично важливим для досягнення високих агрономічних показників у сучасному сільському господарстві.

Мехатронні приводи дозволяють автоматизувати роботу робочих органів, що скорочує час виконання сільськогосподарських операцій, таких як оранка, сівба або обробка.

Технології, які адаптуються до різних умов роботи, забезпечують підвищення продуктивності завдяки швидшому реагуванню на зміни в середовищі.

Мехатронний привід забезпечує високу точність регулювання робочих органів, що дозволяє досягати рівномірності обробки ґрунту та зменшує ризик помилок під час виконання агрономічних завдань.

Завдяки точному контролю за роботою техніки знижується витрата добрив, насіння та інших матеріалів.

Використання датчиків для моніторингу положення робочих органів у реальному часі. Це забезпечує точність у управлінні та можливість коригування роботи.

Вимірювання сили, що діє на робочі органи, дозволяє уникнути перевантаження, що може призвести до поломок і зниження ефективності.

Інтеграція мікроконтролерів, які обробляють дані від датчиків і управляють роботою механізмів. Це дозволяє реалізувати складні алгоритми управління, що підвищують ефективність.

Розробка програмного забезпечення для налаштування та моніторингу роботи системи, що забезпечує зручність у використанні та адаптацію до конкретних завдань.

Використання для виконання механічних дій, таких як підйом, опускання та регулювання робочих органів. Актуатори повинні бути вибрані з урахуванням специфіки виконуваних робіт.

Оптимізація роботи приводу дозволяє знижувати споживання пального та електроенергії, що є важливим фактором в умовах зростаючих витрат на ресурси.

Висока точність і надійність мехатронних систем сприяють зниженню частоти ремонту та обслуговування.

Зменшення необхідності в ручному управлінні підвищує безпеку роботи операторів, оскільки зменшує ризик помилок під час виконання небезпечних завдань.

Мехатронні приводи можуть бути налаштовані для виконання різних агрономічних завдань, що підвищує універсальність техніки. Це дозволяє використовувати один агрегат для різних видів роботи, таких як обробка, сівба і збору врожаю.

Впровадження нових систем може вимагати значних зусиль для модернізації старих моделей техніки, що є технічно складним і затратним процесом.

Необхідність навчання для ефективного використання нових технологій. Оператори повинні отримати відповідну підготовку, щоб максимально використовувати потенціал нових систем.

Подальші дослідження у сфері мехатроніки можуть призвести до створення більш досконалих систем контролю, що забезпечать ще більшу точність і надійність.

Впровадження таких систем може сприяти зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, завдяки зменшенню витрат пального та зношення техніки.

Розробка мехатронного приводу для робочих органів машинно-тракторного агрегату є перспективним напрямком, що дозволяє підвищити ефективність, точність і безпеку сільськогосподарської техніки. Інвестиції в такі системи сприятимуть розвитку аграрного сектору та підвищенню конкурентоспроможності в умовах сучасного ринку. Результати впровадження мехатронних технологій можуть суттєво змінити підходи до виконання сільськогосподарських робіт, роблячи їх більш ефективними та безпечними.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor

performance when ballasting its rear half-frame. INMATEH –Agricultural Engineering, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ РОЗРОБКОЮ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ

Діденко О. О. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено спосіб покращення експлуатаційних показників автомобільної техніки розробкою мехатронної системи контролю та керування швидкістю.

Покращення експлуатаційних показників автомобільної техніки є важливим аспектом для підвищення ефективності, безпеки та екологічності в сфері автомобільного транспорту. Розробка мехатронних систем контролю та керування швидкістю може суттєво вплинути на продуктивність, економічність і надійність роботи автомобілів у сучасних умовах.

Впровадження мехатронних систем дозволяє автоматично регулювати швидкість, що зменшує час виконання транспортних операцій і підвищує загальну продуктивність. Автоматизовані системи можуть адаптуватися до умов дороги та навантаження, що забезпечує оптимальну швидкість у будь-яких ситуаціях.

Точний контроль швидкості сприяє зниженню витрат на паливо. Наприклад, система, що підтримує оптимальну швидкість, може зменшити

споживання пального на 10-15%. Це має велике значення в умовах зростаючих цін на енергоресурси.

Використання датчиків для моніторингу швидкості автомобіля в реальному часі, що забезпечує точність управління. Датчики можуть бути інтегровані в електронну систему автомобіля, що дозволяє швидко реагувати на зміни.

Вимірювання ваги вантажу, що дозволяє адаптувати швидкість до умов перевезення. Це важливо для підтримання безпеки та оптимізації роботи двигуна.

Інтеграція мікроконтролерів для обробки даних від датчиків і управління роботою двигуна та трансмісії. Контролери дозволяють реалізувати складні алгоритми управління, що забезпечують ефективну роботу автомобіля.

Розробка алгоритмів для адаптації швидкості до змін у навколишньому середовищі, таких як дорожні умови, погодні фактори та інші.

Використання для регулювання подачі пального і зміни параметрів роботи двигуна. Це дозволяє забезпечити точний контроль швидкості та підвищити ефективність роботи автомобіля.

Зменшують ризик аварій, забезпечуючи стабільне управління швидкістю. Системи можуть виявляти небезпечні ситуації, такі як швидке зменшення дистанції до попереду рухомого автомобіля, і автоматично зменшувати швидкість.

Автоматичні системи знижують навантаження на водія, що покращує комфорт під час тривалих поїздок. Це особливо важливо для вантажних автомобілів, які часто здійснюють тривалі маршрути.

Оптимізація витрат пального призводить до зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Це відповідає сучасним вимогам екологічної безпеки та сприяє зменшенню негативного впливу транспорту на навколишнє середовище.

Впровадження нових систем може вимагати модернізації старих автомобілів. Це може бути пов'язано з високими витратами на модернізацію та адаптацію.

Необхідність навчання для ефективного використання нових технологій і систем. Оператори повинні бути ознайомлені з новими інтерфейсами та функціями систем, щоб максимально використовувати їх потенціал.

Подальші дослідження у сфері мехатроніки можуть призвести до створення більш досконалих систем контролю, таких як адаптивний круїз-контроль та системи автоматичного гальмування.

Зростаючий інтерес до екологічно чистих технологій, таких як електромобілі, відкриває нові можливості для розробки мехатронних систем, які можуть інтегруватися в нові види транспортних засобів.

Розробка мехатронної системи контролю та керування швидкістю є важливим кроком для покращення експлуатаційних показників автомобільної техніки. Впровадження таких систем не лише підвищує ефективність і безпеку, а й сприяє збереженню навколишнього середовища. Інвестиції в нові технології

в автомобільному транспорті відкривають нові можливості для розвитку галузі, підвищуючи стійкість і конкурентоспроможність автомобільного транспорту в умовах сучасного ринку.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.
2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.
5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ ПОКРАЩЕННЯМ ДИНАМІКИ ПРИЧІПНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ

Куліш В. В., Храмцов Л. В. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено спосіб підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторного агрегату покращенням динаміки причіпної сільськогосподарської машини.

Підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторного агрегату (МТА) є важливим завданням у сучасному сільському господарстві. Одним із ключових аспектів є поліпшення динаміки причіпної сільськогосподарської машини. Правильна динаміка агрегату забезпечує не лише ефективність роботи, а й безпеку, стабільність та якість виконуваних агрономічних операцій. Розробка математичної моделі динаміки посівного агрегату дозволяє оптимізувати його роботу, підвищити продуктивність та знизити витрати.

Хороша динаміка агрегату забезпечує рівномірний розподіл навантаження на робочі органи, що покращує якість обробки ґрунту та зменшує ризики пошкодження рослин.

Оптимізована динаміка зменшує опір руху, що сприяє зменшенню витрат пального та підвищенню швидкості роботи. Це особливо важливо під час виконання сезонних робіт, коли кожна хвилина на рахунок.

Поліпшення динамічних характеристик агрегату знижує ймовірність аварійних ситуацій під час роботи на полях, особливо на нерівних або схилових ділянках.

Динаміка агрегату може бути описана системою диференціальних рівнянь, що враховують зміни швидкості, прискорення та вплив зовнішніх факторів (наприклад, рельєфу поля).

Розробка моделей, які враховують зміни в часі, дозволяє точніше відобразити умови роботи агрегату.

Стан ґрунту (вологість, щільність) впливає на сили опору та, відповідно, на динаміку агрегату. Наприклад, підвищена вологість ґрунту може збільшити опір, в той час як сухий ґрунт зменшує його.

Агрегати, що працюють на схилах, потребують особливого врахування в моделі. Зміни в кутах нахилу можуть суттєво впливати на динаміку та безпеку.

Математична модель дозволяє прогнозувати поведінку агрегату в різних умовах, що сприяє оптимізації параметрів роботи, таких як швидкість, глибина обробки та тиск на ґрунт.

Поліпшення динаміки агрегату зменшує витрати на паливо, що є важливим аспектом у сільському господарстві. Оптимізовані параметри роботи дозволяють знизити споживання пального до 15-20%.

Оптимізовані параметри забезпечують рівномірний посів, що позитивно

впливає на врожайність. Наприклад, точність у контролі глибини посіву може підвищити врожайність на 10-15%.

Впровадження нових систем може вимагати значних зусиль для модернізації старих моделей техніки. Це може бути пов'язано з матеріальними та часовими витратами.

Необхідність навчання для ефективного використання нових технологій. Оператори повинні отримати відповідну підготовку, щоб максимально використовувати потенціал нових систем.

Подальші дослідження у сфері мехатроніки можуть призвести до створення більш досконалих систем контролю, які будуть інтегруватися з GPS-технологіями для покращення точності.

Зростаючий інтерес до екологічно чистих технологій, таких як безпілотні трактори, відкриває нові можливості для розробки мехатронних систем, які можуть інтегруватися в нові види транспортних засобів.

Підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторного агрегату шляхом покращення динаміки причіпної сільськогосподарської машини є важливим завданням для аграрного сектору. Розробка математичної моделі динаміки посівного агрегату дозволяє оптимізувати його роботу, зменшити витрати та підвищити якість виконуваних агрономічних робіт. Інвестиції в такі технології сприятимуть сталому розвитку сільського господарства, забезпечуючи високу продуктивність і екологічну безпеку.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.

5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірвальна система динаміки та енергетики мобільних

машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.

8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОВНОПРИВІДНОГО КОЛІСНОГО ТРАКТОРА РОЗРОБКОЮ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПРИВОДУ

Храмцов Л. В., Куліш В. В. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено спосіб підвищення ефективності експлуатації повнопривідного колісного трактора розробкою електричного приводу.

У сучасному сільському господарстві важливим завданням є підвищення ефективності експлуатації техніки. Розробка електричного приводу коліс повнопривідного колісного трактора від електричних моторів є перспективним напрямком, який може суттєво поліпшити продуктивність, економічність та екологічність роботи тракторів. Це рішення відповідає сучасним тенденціям до зменшення впливу сільського господарства на навколишнє середовище.

Заміна традиційних двигунів на електричні дозволяє знизити витрати на паливо, оскільки електричні мотори є більш ефективними в перетворенні енергії. Наприклад, електричні мотори можуть досягати ефективності до 90%, тоді як дизельні двигуни мають ефективність близько 30-40%.

Електричні трактори не викидають шкідливих газів, що сприяє покращенню якості повітря та зменшенню впливу на навколишнє середовище. Це особливо важливо в умовах глобального потепління та зростаючих вимог до екологічної безпеки.

Кожне колесо трактора може бути оснащено окремим електричним мотором, що забезпечує незалежне управління. Це дозволяє реалізувати систему повного приводу з можливістю регулювання обертів коліс, що покращує

маневреність і стійкість трактора.

Використання мікроконтролерів та програмного забезпечення для оптимізації роботи електричних моторів в залежності від умов експлуатації. Це забезпечує адаптацію трактора до різних типів робіт і умов, таких як обробка важкого ґрунту або рух на схилах.

Сучасні акумулятори забезпечують тривалий час роботи тракторів без підзарядки. Розробка нових технологій батарей, таких як літій-іонні або тверді електроліти, підвищує ефективність зберігання енергії та зменшує вагу системи.

Електричні мотори дозволяють точно регулювати обертання кожного колеса, що підвищує маневреність та стійкість трактора на нерівних ділянках і в умовах обмеженого простору.

Електричні системи мають меншу кількість рухомих частин, що знижує ризик поломок і потребу в обслуговуванні. Це може зменшити витрати на ремонт до 30%.

Електричні трактори працюють значно тихіше, що підвищує комфорт для операторів і зменшує шумове забруднення, що є важливим фактором у сільськогосподарських регіонах.

Впровадження електричних моторів і систем управління потребує значних початкових витрат. Однак довгострокові вигоди від економії пального та зниження витрат на обслуговування можуть компенсувати ці витрати.

Розвиток інфраструктури для зарядки електричних тракторів є важливим аспектом для їх широкого впровадження. Інвестиції в зарядні станції на фермах та в агрономічних центрах можуть стати критичними для успішної інтеграції електричних тракторів у сільське господарство.

Подальші дослідження у сфері електромобільності можуть призвести до створення більш досконалих електричних систем, які будуть інтегруватися з новими технологіями, такими як автоматизація та безпілотні системи.

Зростаючий інтерес до екологічно чистих технологій відкриває нові можливості для розробки електричних тракторів, які відповідають сучасним вимогам сталого розвитку.

Розробка електричного приводу коліс повнопривідного колісного трактора від електричних моторів є перспективним рішенням для підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарської техніки. Це дозволяє знизити витрати на паливо, зменшити викиди та підвищити продуктивність. Інвестиції в нові технології забезпечать сталий розвиток аграрного сектору, покращуючи умови для роботи операторів та сприяючи збереженню навколишнього середовища. У довгостроковій перспективі електричні трактори можуть стати стандартом для сільського господарства, забезпечуючи високу продуктивність і екологічну безпеку.

Список використаних джерел

1. Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Viktor Antoshchenkov, Anton Nykyforov, Liliia Kis-Korkishchenko, Halyna Cherevatenko, Dmytro Smitskov. Measuring system of dynamics and energy of mobile machines: monograph. – Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, 2024. – 150 p.

2. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
4. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254688>.
5. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
6. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
7. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
8. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
9. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
10. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

УДК 006.3:631

СУЧАСНІ МЕТОДИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ В УКРАЇНІ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

Заєць В.О. здобувач ВО, Никифоров А.О. к.т.н.

Державний біотехнологічний університет

У тезі розглянуто сучасні підходи до стандартизації в Україні, які формуються відповідно до європейських та міжнародних вимог. Особливу увагу приділено їх застосуванню в аграрному секторі, де стандарти виступають ключовим інструментом забезпечення якості, безпечності та конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції.

Становлення України як держави з ринковою економікою та курс на євроінтеграцію зумовили потребу у глибокій трансформації системи технічного регулювання, особливо в частині стандартизації. У сучасних умовах стандартизація є не лише механізмом забезпечення якості продукції [1], а й інструментом підвищення конкурентоспроможності, безпеки, екологічності та ефективності виробництва — зокрема, в аграрному секторі.

У 2014 році Україна підписала Угоду про асоціацію з ЄС, що передбачає гармонізацію українського законодавства у сфері стандартизації із європейським. Як наслідок, ДСТУ (державні стандарти) поступово замінюються або адаптуються відповідно до ISO, EN, Codex Alimentarius та інших міжнародних норм. Ключовим документом, який регулює ці процеси, є Закон України «Про стандартизацію» (2014) [4,5], що передбачає добровільне застосування стандартів, прозорість процедур розроблення та участь зацікавлених сторін.

Сучасні методи стандартизації ґрунтуються на таких принципах:

- добровільність застосування стандартів;
- прозорість і відкритість процедур розроблення;
- гармонізація з міжнародними та європейськими вимогами;
- участь фахових спільнот, бізнесу, наукових установ.

В аграрному секторі стандартизація охоплює всю виробничу вертикаль: від насінництва та добрив до зберігання, переробки й експорту продукції [2,3,6]. Зокрема, запровадження стандартів ISO 22000, HACCP, GLOBALG.A.P. стало обов'язковою умовою для виходу на зовнішні ринки та отримання сертифікації безпечності харчових продуктів. Також поширено використання таких стандартів, як:

- ДСТУ ISO 9001 – системи управління якістю;
- ДСТУ ISO 14001 – екологічне управління;
- ДСТУ ISO 22000 – управління безпечністю харчових продуктів;
- Codex Alimentarius – міжнародні норми харчової безпеки.

Окремо варто відзначити впровадження електронної стандартизації. У 2021 році запрацював оновлений Національний фонд нормативних документів, що забезпечує доступ до актуальних стандартів в електронному вигляді. Це

спрощує впровадження стандартів малими та середніми агропідприємствами.

Також в аграрній сфері актуальним є розвиток технічних комітетів стандартизації (ТК), які розробляють галузеві стандарти з урахуванням особливостей українського агровиробництва. Наприклад, ТК 170 «Зерно і продукти його переробки» або ТК 144 «Молоко та молочні продукти».

Попри позитивні зрушення, у впровадженні сучасних методів стандартизації в агросекторі все ще існують проблеми: низький рівень обізнаності фермерів, обмежений доступ до сертифікаційних послуг у регіонах, високі витрати на впровадження стандартів. Однак поступова цифровізація та державна підтримка (зокрема через програми євроінтеграції та інструменти технічної допомоги) сприяють розширенню кола підприємств, що дотримуються стандартів.

Отже, сучасна система стандартизації в Україні дедалі більше орієнтована на європейські вимоги та практики. Її ефективне впровадження в аграрному секторі є ключем до розвитку експорту, забезпечення безпечності продукції та формування позитивного іміджу українських виробників на міжнародному ринку.

Список використаних джерел

1. Загальне управління якістю: підручник / О. В. Нанка, Р. В. Антощенко, В. М. Кісь, І. О. Листопад, Н. І. Моїсєєва, І. В. Галич, А. О. Никифоров. – Харків: ХНТУСГ, 2019 р. – 205 с.
2. Європейський банк реконструкції та розвитку (EBRD). Стандартизація та сертифікація для агробізнесу в Україні: Посібник. — К.: 2022.
3. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів — Вимоги до організацій харчового ланцюга. — [Чинний з 2020 р.].
4. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами. — 2014.
5. Закон України «Про стандартизацію» № 1315-VII від 05.06.2014 // Відомості Верховної Ради України. — 2014. — № 31.
6. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. — Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016.

УДК 631.15:005.6

ФУНКЦІЇ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В АГРАРНІЙ СФЕРІ

Лісняк М.Л. здобувач ВО, Никифоров А.О. к.т.н.

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто основні функції управління якістю в аграрній сфері, зокрема планування, організацію, контроль, мотивацію персоналу та постійне вдосконалення процесів. Підкреслено важливість впровадження міжнародних стандартів як засобу підвищення конкурентоспроможності та якості аграрної продукції в умовах євроінтеграції.

Забезпечення високої якості продукції є одним з основних чинників успішного розвитку аграрного сектора України, який виступає ключовим постачальником сировини та готової продукції як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. В умовах інтеграції до європейського ринку, підвищених вимог споживачів до безпеки та відповідності стандартам, особливого значення набуває ефективне управління якістю на всіх етапах виробництва сільськогосподарської продукції [1].

Управління якістю — це комплексна система дій, спрямованих на забезпечення, підтримання та покращення якості продукції або послуг. Воно базується на чітко визначених функціях, які у своїй сукупності охоплюють увесь життєвий цикл аграрної продукції — від виробництва до реалізації [2,3].

До основних функцій управління якістю в аграрній сфері належать:

Планування якості.

Визначення цілей у сфері якості, встановлення критеріїв, стандартів та нормативів, необхідних для забезпечення відповідності продукції вимогам споживача й чинного законодавства. Планування передбачає також вибір ресурсів, технологій та методів контролю, що забезпечать досягнення бажаного рівня якості.

Організація процесів забезпечення якості.

Включає розробку та впровадження технологічних регламентів, стандартів, посадових інструкцій та систем контролю. На практиці це проявляється у впровадженні систем управління якістю (наприклад, ISO 9001 або ISO 22000) у агропідприємствах.

Мотивація персоналу до забезпечення якості.

В аграрному виробництві людський фактор є критично важливим. Тому стимулювання працівників до дотримання стандартів, участі в системі управління якістю та вдосконалення технологій — одна з ключових умов ефективного управління.

Контроль якості.

Постійний моніторинг процесів виробництва, перевірка відповідності продукції встановленим вимогам, виявлення відхилень і дефектів. У сільському господарстві це може включати аналіз вологості зерна, жирності молока, залишків пестицидів у плодах тощо.

Аналіз та оцінка якості.

Збір та аналіз даних щодо якості продукції, виявлення тенденцій, проблемних ділянок, статистичне оцінювання стабільності процесів. Це дає змогу приймати обґрунтовані рішення для коригування виробництва.

Поліпшення якості.

Реалізація заходів для усунення причин невідповідностей і підвищення ефективності. У контексті агросфери це може означати впровадження новітніх добрив, зміну способів зберігання, застосування цифрових систем моніторингу тощо [4,5].

Таким чином, ефективне управління якістю в аграрній сфері є результатом скоординованої реалізації зазначених функцій. Воно дозволяє не лише задовольняти запити споживачів і відповідати стандартам, а й підвищити продуктивність, оптимізувати витрати та зміцнити конкурентні позиції підприємств на ринку.

В сучасних умовах все більше аграрних підприємств інтегрують системи управління якістю у свою господарську діяльність, впроваджуючи такі стандарти як ISO 22000, HACCP, Global G.A.P. [6], що є свідченням поступового переходу до сталого, безпечного та відповідального сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Загальне управління якістю: підручник / О. В. Нанка, Р. В. Антощенко, В. М. Кісь, І. О. Листопад, Н. І. Моїсєєва, І. В. Галич, А. О. Никифоров. – Харків: ХНТУСГ, 2019 р. – 205 с.
2. Європейський банк реконструкції та розвитку (EBRD). Стандартизація та сертифікація для агробізнесу в Україні: Посібник. — К.: 2022.
3. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016.
4. Гаврилюк В.І., Назаренко П.В. Менеджмент якості в агропромисловому комплексі. – Харків: Мачулін, 2019. – 212 с.
5. Codex Alimentarius. Food Hygiene – Basic Texts. – FAO/WHO, 2022.
6. Мельник Л.Ю. Системи управління якістю у сільському господарстві. – Суми: СНАУ, 2020. – 190 с.

УДК 621.882:631

АНАЛІЗ І ПІДБІР ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ ДЛЯ ВАЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Шкиря В.О. здобувач ВО, Никифоров А.О. к.т.н.

Державний біотехнологічний університет

Проведено аналіз конструкцій і умов експлуатації шпонкових з'єднань у валах сільськогосподарських машин. Показано, що правильний вибір типу шпонки, її розмірів і матеріалу суттєво впливає на надійність роботи обладнання. Запропоновано рекомендації щодо підвищення довговічності шпонкових з'єднань шляхом дотримання монтажних і технологічних вимог..

Надійність механічних з'єднань у сільськогосподарських машинах є важливою умовою їх ефективної роботи в умовах підвищених динамічних та змінних навантажень. Серед різних типів з'єднань особливу роль відіграють шпонкові з'єднання [1-2], які застосовуються для передавання крутного моменту між валами та насадженими деталями — зубчастими колесами, шківками, муфтами тощо.

Метою цієї роботи є аналіз основних типів шпонкових з'єднань, які використовуються в сільськогосподарській техніці, а також розрахунок і підбір параметрів шпонок залежно від експлуатаційних навантажень.

У техніці для АПК шпонкові з'єднання повинні забезпечувати:

високу міцність при крученнях, згинанні та осьових навантаженнях;

легкість монтажу та демонтажу в умовах господарства;

взаємозамінність і відповідність стандартам (ДСТУ ГОСТ 23360, ISO 2491 тощо) [3];

мінімальний вплив на концентрацію напружень у валах.

Серед найбільш поширених типів шпонок у сільськогосподарських машинах:

призматичні шпонки, що забезпечують добру міцність і простоту виготовлення;

клинові шпонки, які частіше використовуються у вузлах з великими крутними моментами;

напівкруглі шпонки, які застосовуються в менш навантажених або допоміжних з'єднаннях.

Під час розрахунку шпонкового з'єднання враховують [4-5]:

крутний момент, що передається через з'єднання;

матеріали вала, маточини і шпонки;

довжину з'єднання, яка визначається за умовами зминання шпонки та зрізу.

У роботі виконано прикладний розрахунок шпонкового з'єднання для вала приводу подрібнювача кормів, де потужність приводу становить 5,5 кВт, швидкість обертання — 960 об/хв. Розрахунки показали, що при передаванні крутного моменту ≈ 55 Н·м, з урахуванням допустимих напружень на зминання

та зріз, доцільно застосувати призматичну шпонку 8×7×40 мм зі сталі 45, термічно обробленої до твердості 40–45 HRC.

Також було проаналізовано характерні причини виходу шпонкових з'єднань з ладу:

знос робочих поверхонь через мікропереміщення деталей;

неправильний монтаж (недостатнє або надмірне посадкове натягнення);

деформації вала або маточини при високих динамічних навантаженнях.

З метою підвищення надійності шпонкових з'єднань у сільськогосподарських машинах рекомендовано:

використовувати стандартні шпонки відповідно до навантаження;

забезпечувати точну обробку шпонкових пазів;

застосовувати антикорозійні та змащувальні матеріали в зоні з'єднання;

проводити регулярний технічний огляд стану з'єднання, особливо після тривалих періодів навантаження.

Висновок:

Шпонкові з'єднання залишаються надійним і простим способом передавання крутного моменту в аграрній техніці. Грамотний підбір розмірів і матеріалів шпонки, а також дотримання технологічних вимог до виготовлення та монтажу є запорукою тривалої та безвідмовної роботи машин в умовах агровиробництва.

Список використаних джерел

1. Тіщенко Л.М., Білостоцький В.О. Проектування вантажопідійомних машин та навантажувачів. – Харків, 2003, - 406 стор.

2. Рідний В.Ф. Проектування транспортуючих машин / В.Ф. Рідний, Р.В. Рідний, А.В. Міняйло, Л.М. Тіщенко, О.А. Свіргун, В.Г. Знайдюк, С.А. Богданович. Навчальний посібник. – Х.: «Міськдрук», 2015, - 416 стор.

3. ISO 2491:2014. Keys and keyways – Types and dimensions.

4. ДСТУ ГОСТ 23360:2017. З'єднання шпонкові. Конструкції і розміри.

5. Козиренко О.П. Розрахунок шпонкових з'єднань у сільськогосподарському обладнанні // Вісник аграрної науки. – 2021. – №3. – С. 75–80.

УДК 631.362.3-26

ВПЛИВ ДИНАМІКИ ПОВІТРЯ НА ЯКІСТЬ РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ, ЯКІ СЕПАРУЮТЬСЯ НА ВІБРОВРИКЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ

Гавріков Б.О. здобувач ВО, Никифоров А.О. к.т.н.

Державний біотехнологічний університет

У тезі розглянуто вплив динаміки повітряного потоку на якість розділення насіннєвих сумішей при очищенні на віброврикційному сепараторі. Досліджено вплив швидкості, напрямку та пульсації повітря на ефективність вібросепарації. Встановлено, що оптимальні параметри повітряного потоку дозволяють підвищити чистоту посівного матеріалу до 7–12 % та зменшити втрати основної фракції. Запропоновано рекомендації щодо удосконалення конструктивних параметрів віброврикційного сепаратора.

Підвищення якості посівного матеріалу є одним з ключових завдань сучасного аграрного виробництва. Вирішальним етапом у підготовці насіння до висіву є процес його очищення та розділення за фізико-механічними властивостями. Одним з найефективніших засобів для цього є віброврикційні сепаратори, які здійснюють сортування насіннєвих сумішей за масою, щільністю, формою, станом поверхні та іншими характеристиками. Важливою складовою процесу поділу є повітряний потік, динаміка якого значно впливає на якість розділення.

Метою цієї роботи є дослідження впливу динаміки повітря на ефективність поділу насіння під час його сепарації на віброврикційному сепараторі, а також визначення оптимальних параметрів повітряного потоку, які забезпечують найкраще очищення насіннєвого матеріалу.

У віброврикційному сепараторі насіннєва суміш розміщується на похилій площині, яка здійснює вібраційний рух. Завдяки тертю між насінням і робочою поверхнею відбувається поділ частинок за їх фізичними властивостями. Також між робочими поверхнями блоку утворюється знакозмінний повітряний потік [1–2], який створює умови для додаткового розділення за щільністю і аеродинамічними властивостями.

Експериментальні дослідження показують, що зміна швидкості, напрямку та пульсації повітряного потоку безпосередньо впливає на якість кінцевого продукту [3–4]. При надмірно високій швидкості легкі домішки можуть виноситися разом із фракціями основного насіння, що знижує чистоту. При недостатній інтенсивності повітряного потоку знижується ефективність відділення легких домішок, зростає забруднення посівного матеріалу.

В результаті досліджень встановлено, що:

оптимальна швидкість повітряного потоку в зоні дії становить 1,8–2,2 м/с;
рівномірність розподілу повітряного потоку покращує якість розділення на 7–12 % порівняно з нерівномірним подуванням;

виключення знакозмінного повітряного потоку забезпечує активнішу

сепарацію при менших витратах енергії.

Таким чином, вплив на знакозмінний повітряний потік дозволяє керувати траєкторією руху частинок у зоні сепарації, що безпосередньо впливає на чистоту, фракційну однорідність та втрати основного матеріалу. Підвищення керованості процесу сепарації дозволяє досягти вищої якості посівного матеріалу та зменшити втрати.

З огляду на результати досліджень, рекомендовано:

впроваджувати конструктивні зміни для регулювання знакозмінного повітряного потоку;

розробляти моделі повітряного розподілу на основі CFD-аналізу;

удосконалювати конструкції перекриття повітряних каналів.

Отже, динаміка повітряного потоку є критичним параметром у роботі віброврикційного сепаратора, що має вирішальний вплив на якість очищення насіннєвих сумішей. Правильне проектування дозволяє суттєво підвищити ефективність сепарації та якість готової продукції.

Список використаних джерел

1. Лук'яненко В. М., Никифоров А. О., Лук'яненко О. В., Никифорова А. П. (2019). Конструктивні заходи, щодо інтенсифікації процесу сепарування насіннєвих сумішей на вібраційних насіннеочисних машинах. Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Харків, Вип. 198 С. 277–283.

2. Лук'яненко В. М., Никифоров А. О., Никифорова А. П. (2019). Використання метода прогонки при розрахунку тривимірного поля швидкостей повітряного середовища, що знаходяться між двох синхронно коливальних робочих площин вібромашини. Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Харків, Вип. 198 С. 214–226. *(Здобувачу належить результати чисельного розв'язання системи рівнянь газодинаміки при визначених крайових умовах).*

3. Никифоров А. О. (2020). Дослідження ефективності застосування аеродинамічних екранів при обробці на вібраційних машинах насіння з вираженими аеродинамічними властивостями. The 7 th International scientific and practical conference “Science, society, education: topical issues and development prospects” (June 7-9) SPC “Sci-conf.com.ua”, Kharkiv, Ukraine. С. 31–38.

4. Степаненко С. П., Никифоров А. О. (2024). Дослідження впливу знакозмінного повітряного потоку на якість віброфрикційного розділення дрібнонасіннєвих матеріалів. Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. № 24. С. 52-68.

УДК 519.71:[681.5:664.1]

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ПРИСКОРЕНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ВИПАРНОЮ УСТАНОВКОЮ НА ЦУКРОВОМУ ЗАВОДІ

Ляшенко С.О. д.т.н. професор, Фесенко А.М. ст. викладач

Державний біотехнологічний університет

В роботі проведено дослідження властивостей моделей, що використовуються при керуванні процесом випарювання соку у випарній установці цукрового заводу. Отримано результати, що характеризують адекватність запропонованих моделей та алгоритмів.

Підвищення ефективності цукрового виробництва базується на застосуванні найсучасніших технологій виробництва, обладнання, оптимізації режимів роботи, автоматизованих систем керування процесами та обладнанням, а також удосконалення організації цукрового виробництва.

Найбільш енергозатратним етапом цукрового виробництва є випарювання цукрового соку у випарній установці. Для підвищення ефективності та оптимізації режимів роботи важливе значення має розробка математичного забезпечення системи керування ТП випарювання [1, 2].

Дослідження динамічних властивостей таких складних об'єктів як випарна установка дуже часто викликає складнощі через нелінійність об'єкта, яка відображається диференціальними рівняннями в частинних похідних. Тому часто використовується підхід щодо застосування спрощення опису (лінеаризація в межах робочих режимів, опис об'єктів з розподіленою структурою за допомогою звичайних диференціальних рівнянь тощо), що дає можливість уникнути складнощів, які виникають при дослідженні таких систем і отримати ефективні моделі. Необхідно відмітити, що якість систем керування, яка в значній мірі залежить від розрахунку алгоритмів керування, в свою чергу, часто вимагають спрощення моделей [1, 2].

Розглянуті динамічні моделі дозволяють досить точно розрахувати керуючі дії за усередненими (за зміну, добу) вихідними даними, проте вони непридатні при оперативному керуванні процесами.

Застосування адаптивного підходу засноване на заміні складної нелінійної моделі лінійною моделлю зі змінними параметрами, оцінювання яких здійснюється у реальному часі. В якості такої моделі зазвичай використовується рівняння псевдолінійної регресії [2-5]

$$y(k) = \theta^T x(k), \quad (1)$$

де $\theta = (h_0, h_1, \dots, h_m, h_{11}, \dots, h_{mm}, \dots, h_{mm\dots m})^T$ – вектор невідомих параметрів; $x(k) = (1, u(k-1), \dots, u(k-m), u^2(k-1), u(k-1)u(k-2), \dots, u^2(k-m), \dots, u^q(k-m))^T$ – узагальнений вектор входів.

Зазначимо, що до виду (1) можуть бути приведені різні рівняння, які описують лінійні та нелінійні динамічні об'єкти [2 -4].

У зв'язку з цим до ідентифікатора, що працює в АСІ, висуваються певні

вимоги, основними з яких можна вважати наступні [4]:

- алгоритм ідентифікації має забезпечувати збіжність оцінок параметрів до справжніх значень параметрів у всій області дискретних змін входних змінних;
- ця збіжність не повинна зникати при включенні регулятора;
- обчислювальна процедура, що реалізує алгоритм, має бути досить простою;
- алгоритм ідентифікації повинен забезпечувати стеження за змінними параметрами об'єкта.

Практично всі рекурентні алгоритми, що використовуються в даний час, отримуються шляхом мінімізації квадратичного функціоналу і використовують при побудові оцінки безпосередні вимірювання входних і вихідних сигналів. Існує цілий клас алгоритмів, в яких крім безпосередньо вимірюваних значень сигналів використовуються їх деякі перетворення або додатково вводяться в алгоритм деякі допоміжні або інструментальні змінні [2, 4].

В якості основної процедура адаптивної ідентифікації використовується зазвичай РМНК і різні його модифікації [3, 4], серед яких на тепер розповсюджено використання модифікації, що застосовує експоненціальне зважування інформації:

$$\hat{\theta}(k) = \hat{\theta}(k-1) + \frac{P(k-1)q(k)}{\lambda + q^T(k)P(k-1)q(k)} [y(k) - \hat{\theta}^T(k-1)q(k)]; \quad (2)$$

$$P(k) = \frac{1}{\lambda} \cdot \left[P(k-1) - \frac{P(k-1)q(k)q^T(k)P(k-1)}{\lambda + q^T(k)P(k-1)q(k)} \right], \quad (3)$$

де $\lambda \in 0.995 \div 0.999$ - параметр зважування інформації.

У роботах [3, 5] було запропоновано алгоритм, що має властивості РМНК та градієнтного алгоритму з матричним коефіцієнтом посилення:

$$\hat{\theta}(k) = \hat{\theta}(k-1) + \alpha(k)Pe(k)x(k) + \beta(k)P(k)e(k)x(k), \quad (4)$$

$$\text{де } P^{-1}(k) = \lambda P^{-1}(k-1) + \gamma x(k)x^T(k), \quad (5)$$

$$\alpha^{-1}(k) = \mu(k) + mx^T(k)Px(k), \mu(k) > 0 \quad (6)$$

$$\beta^{-1}(k) = \mu(k) + mx^T(k)P(k-1)x(k), \mu(k) > 0 \quad (7)$$

$$m = 2,0 < \lambda \leq 1,2 \leq \gamma\mu(k) \frac{8}{3}, \quad (8)$$

що має вищу швидкість збіжності в порівнянні з РМНК. Дослідження цього алгоритму відображено в роботах [3, 5].

З метою ідентифікації нестационарних процесів у БВУ використовувались алгоритми (2) і (3) з $\lambda = 0,99$. В роботі отримано зміни коефіцієнтів $\hat{\theta}_1(k), \hat{\theta}_2(k), \hat{\theta}_3(k), \hat{\theta}_4(k), \hat{\theta}_5(k)$ для регресійної моделі ТП випарювання (9), яка отримана за допомогою методу найменших квадратів (МНК), для випарної установки [2- 4]:

$$Y = 23,7 + 3,86X_1 + 7,21X_2 - 0,95X_3 + 5,28X_4 + 12,7X_5. \quad (9)$$

При побудові регресійної моделі багатокорпусної випарної установки (БВУ) в якості вихідного параметру було вибрано вихід сиропу з БВУ Y , (S_1 , %, до м. с. р.), а входними параметрами були: X_1 - витрати соку на вході в 1-й корпус БВУ, (S_0 , % до м. буряка); X_2^{1-5} - витрата пари в корпусах БВУ,

$(G_{\text{п}}, \frac{\text{кг}}{\text{год}})$; X_3 – температура соку на вході в 1-й корпус БВУ, $(\theta_c, ^\circ\text{C})$; X_4^{1-5} – температура пари по корпусах БВУ, $(\theta_{\text{п}}, ^\circ\text{C})$; X_5^{1-5} – рівень розчину в корпусах БВУ, $(h_{\text{р}}, \text{м/ до загальної висоти кип. трубок, \%})$. Крім того, при побудові регресійної моделі користувались й інформаційними показниками, такими як рівень соку у збірнику перед 1-м корпусом БВУ, витратою аміачної води перед БВУ, витратою конденсату ретурної пари і т.д.

На рис. 1 наведена зміна виходу сиропу з БВУ, де суцільною лінією з кружками відображена реальна зміна вихідної змінної (зміна виходу сиропу з ВУ) Y , а пунктирною лінією з квадратами – зміна вихідних параметрів моделей, побудованих за допомогою алгоритмів (2) і (3). На рис. 2 наведена якість ідентифікації процесу випарювання. Помилка ідентифікації була практично нульовою.

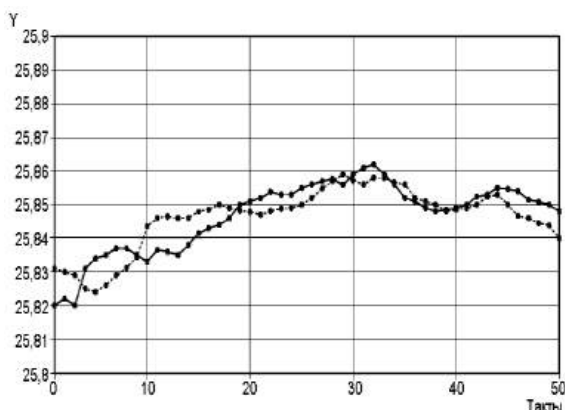


Рисунок 1. Зміна виходу сиропу з ВУ

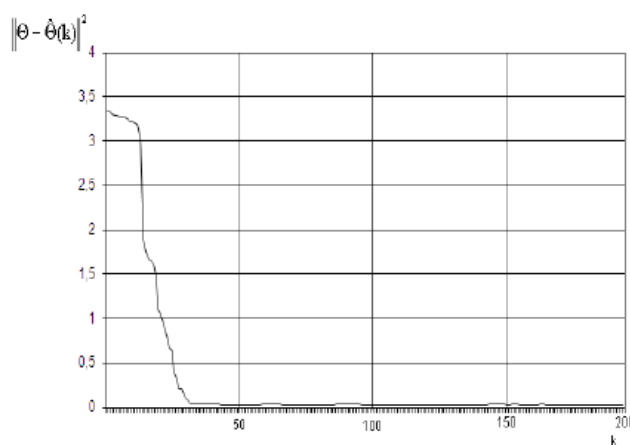


Рисунок 2. Якість ідентифікації (зміна норми помилки $\|\Theta - \hat{\Theta}(k)\|^2$)

У результаті статистичного аналізу та застосування кореляційних методів були встановлені зв'язки між вхідними та вихідними параметрами процесу випарювання, а застосування МНК дозволило отримати регресійну модель для БВУ цукрового заводу при $R^2 = 0,65 - 0,8$. Аналіз отриманої регресійної моделі показав, що модель має ряд властивостей, що обмежують сферу її застосування у завданнях керування. Проведений аналіз динамічних моделей випарного відділення цукрового заводу та синтезу регуляторів на основі моделей у просторі станів свідчить про складність вирішення цього завдання із-за властивостей об'єкта, статистичних властивостей корисних сигналів та похибок. У зв'язку з тим, що дослідження динамічних властивостей ТП випарювання часто проводити складно через нелінійність об'єктів, що описуються, до того ж диференційними рівняннями у частинних похідних, на практиці виправдовують себе спрощення. Це стало основою для дослідження можливості керування динамічними об'єктами за допомогою їх статичних моделей та оцінювання отримуваних при цьому втрат. Як показано у роботі, ці втрати визначаються співвідношенням швидкості зміни необхідного значення вихідного сигналу та

власних значень матриці стану об'єкта. Нестационарність процесу випарювання та відсутність достатньої повної статистичної інформації можна враховувати за рахунок реалізації адаптивного керування ТП з ідентифікатором. З цією метою запропоновано та досліджено алгоритм прискореної ідентифікації, який відрізняється від існуючих вищою швидкістю збіжності та стійкістю за наявності перешкод похибок при вимірюванні, що підтвердилося при побудові моделей ТП. Застосування даного алгоритму при побудові математичних моделей ТП цукрового виробництва забезпечило досягнення припустимої помилки ідентифікації (10%) за 20-30 тактів. Використання даного алгоритму разом із розробленим алгоритмом адаптивного керування виявилось дуже ефективним під час вирішення завдань стабілізації вихідних змінних роботи випарного відділення, забезпечуючи помилку керування (стабілізації), яка не перевищує 10%.

Список використаних джерел

1. Координація функціонування технологічних ділянок цукрового заводу з урахуванням задач прогнозування / А. П. Ладанюк та ін. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2006. № 6. С. 112-115.
2. Апостолук В. О., Апостолук О. С. Інтелектуальні системи керування: конспект лекцій. К.: НТУУ «КПІ», 2008. 88 с.
3. Ляшенко С.О., Кісь В.М., Фесенко А.М., Ляшенко О.С. Визначення ефективності математичних моделей процесу випарювання соку для автоматизованих систем управління. // *Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь*. Вип.9. том.1, с. 1-20. (DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-10)
4. Купін А. І. Сенько А. О., Мисько Б. С. Ідентифікація та автоматизоване керування в умовах процесів збагачувальної технології на основі методів обчислювального інтелекту: 2-ге вид., перероб. і доп. Кривий Ріг: Синельников Д. А., 2019. 298 с.
5. Ляшенко С.А. Оценка модели псевдолинейной регрессии. / С. А. Ляшенко, А. С. Ляшенко // *Науково-технічний журнал «Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси та системи»*. Херсонський національний технічний університет. Херсон, 2010. № 1(25). С. 36-40.

УДК 331.45

СИНЕРГІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА СИСТЕМ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

Ляшенко С.О. д.т.н. проф., Фесенко А.М.

Державний біотехнологічний університет

У тезах розглянуто інтеграцію систем екологічного моніторингу та безпеки праці на підприємствах України із використанням сучасних цифрових технологій, зокрема IoT та Big Data. Визначено основні переваги та ризики таких підходів.

В умовах сьогодення питання безпеки праці та екологічного благополуччя набувають все більшого значення. Цікавим і прогресивним рішенням є інтегрована система HSE (Health, Safety, and Environment), яка поєднує роботу з охорони праці, безпеки, охорони здоров'я та захисту довкілля.

Для підтримки достойного рівня захищеності працівників важливим є систематичний аналіз і модернізація традиційної системи охорони праці. Аудити у сфері безпеки праці та виробничої екологічної безпеки мають показати вразливі місця, а культура безпеки має стати ключовим елементом побудови ефективної системи охорони праці.

Питання охорони праці та екологічної безпеки завжди розглядалися окремо, та сучасні технології допомагають їх поєднати в єдину систему моніторингу на підприємствах. Дослідження EU Horizon 2020 та World Bank показують позитивний вплив інтеграції середовищного і трудового моніторингу на рівень безпеки та екологічності [1-3].

Розглянемо основні напрямки, переваги, критичні точки такої інтеграції систем екологічного моніторингу та безпеки праці на підприємствах України.

Узгодження даних із різних джерел і їх поєднання в єдину базу здійснюється на основі IoT-систем і сервісів Big Data. IoT-системи або Інтернет речей — це мережа фізичних пристроїв, оснащених датчиками, програмним забезпеченням та іншими технологіями, які з'єднані між собою через Інтернет.

Аналітика великих даних (Big Data) — це процес обробки та аналізу надвеликих масивів інформації, які неможливо обробити традиційними методами. За дослідженням McKinsey (2023-2025) використання Big Data у виробничій безпеці дозволяє скоротити кількість інцидентів на 20–30%, а час реагування на надзвичайні ситуації — до 40% [4].

Системний розвиток екологічного і безпекового моніторингу направлений не лише на зменшення ризиків виробничого травматизму та впливу на довкілля, а й має покращити продуктивність, підвищити задоволеність працівників і сформувати позитивний імідж підприємства. Постійне вдосконалення враховує законодавчі зміни, забезпечує впровадження новітніх технологій та стабільне функціонування підприємства в умовах конкурентного середовища.

Суттєве скорочення рівня виробничого травматизму і екологічних інцидентів у результаті інтеграції систем екологічного моніторингу і безпеки

праці спостерігається у ПАТ «Укрнафта». Зокрема, компанія модернізувала обладнання за міжнародними стандартами ISO 45001 (охорона праці) та ISO 14001 (екологічне управління), використовує систему звітності та регулярного моніторингу небезпечних факторів. Також змінена система навчання персоналу з акцентом на превентивні заходи, впроваджені мотиваційні програми для підвищення свідомого ставлення працівників до власної безпеки. Ці заходи дозволили скоротити кількість нещасних випадків на 35% впродовж двох років та зменшити викиди шкідливих речовин на 20% [5].

Також перспективним є досвід ДТЕК. За допомогою датчиків IoT компанія відстежує рівень викидів на електростанціях, моніторить умови праці. Дані обробляються за допомогою Big Data, це допомагає прогнозувати аварійні ситуації та оптимізувати роботу підприємства [7]. ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (Україна) використовує більше 1 000 сенсорів для контролю рівня шкідливих речовин, температури обладнання, присутності працівників у небезпечних зонах [6]. «Нафтогаз України» використовує IoT для моніторингу тиску в трубопроводах; аварійність зменшилась на 35% [7]. «Метінвест» за допомогою браслетів та переносних датчиків фіксують втому працівників, це знизило травматизм на 18%.

Викиди в атмосферне повітря безумовно впливають на рівень професійної захворюваності серед персоналу підприємств. Зв'язок між цими двома процесами на основі даних Державної служби статистики України відображено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Вплив викидів енергетичних підприємств України на екологічну ситуацію та рівень захворюваності серед персоналу

Підприємство	Середній рівень викидів, т/рік	Зміна якості повітря (ΔAQI)	Рівень захворюваності, випадків на 1000 працівників
ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	50 000	+20	8
ПАТ «Нафтогаз України»	30 000	+15	6
ГМК «Метінвест»	20 000	+10	5
ТОВ «ДТЕК»	40 000	+18	7

На основі наведених даних можна зробити висновок, що скорочення викидів потужних підприємств є суттєвим чинником погіршення якості атмосферного повітря у містах і спричинює зростання захворюваності серед персоналу.

За результатами досліджень впровадження інтегрованих систем моніторингу на підприємствах побудована інфографіка, що демонструє пряму залежність між комплексним впровадженням систем екологічного моніторингу і систем безпеки праці та зниженням рівня викидів і кількості інцидентів на виробництві (рис.1-2).

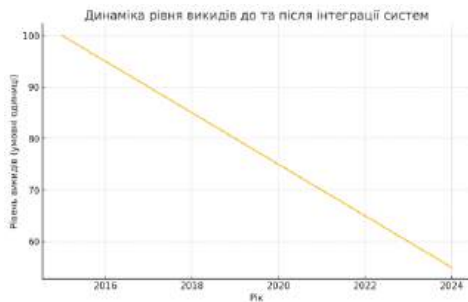


Рис. 1 - Динаміка рівня викидів до та після інтеграції систем моніторингу (2015–2024 роки) [8]

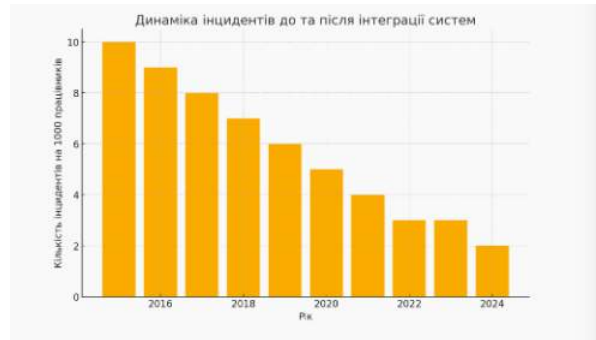


Рис. 2 - Динаміка інцидентів на 1000 працівників до та після інтеграції (2015–2024 роки) [9]

Системи охорони праці й екологічної безпеки базуються на аналогічних принципах управління ризиками, тому їх взаємодія може забезпечити ефективну роботу підприємств України. Ці системи взаємодіють у таких сферах:

Моніторинг стану навколишнього середовища та умов праці: постійний контроль за рівнем забруднення повітря, води, ґрунту, за викидами парникових газів, що є важливими факторами для безпеки працівників. Система охорони праці фокусується більше на моніторингу фізичних, хімічних та біологічних факторів на робочих місцях, що можуть впливати на здоров'я працівників.

Прогнозування ризиків виникнення аварійних ситуацій на основі як екологічних, так і трудових факторів.

Управління інцидентами: Взаємодія між системами прискорює реакцію на екологічні й трудові інциденти, забезпечує кращу координацію між службами. Оперативне реагування мінімізує наслідки для здоров'я персоналу і для довкілля.

Взаємодія систем передбачає як переваги, так і виклики. До переваг можна віднести:

Системне керування безпекою: поєднання систем охорони праці та екологічної безпеки допомагає знизити ризики як для персоналу, так і для навколишнього середовища, покращити рівень безпеки в цілому на підприємстві [9].

Зниження витрат: синергія двох систем сприяє зменшенню витрат на окремі моніторингові інструменти й допомагає зручніше використовувати ресурси для підтримки безпеки праці та екологічності.

Прогнозування та попередження: впровадження аналітики щодо прогнозу ризиків сприяє попередженню аварій та нещасних випадків, це знижує можливі економічні втрати та шкоду для іміджу підприємства.

Невирішеними залишаються питання, виклики, елементи певних ризиків:

Кіберризики: Несанкціонований доступ до даних може призвести до порушення безпеки праці або маніпулювання результатами моніторингу.

Технічні проблеми інтеграції: Для досягнення ефективної інтеграції потрібна розробка єдиної інформаційної платформи.

Залежність від якості даних: Технології Big Data покладаються на точність

і надійність зібраних даних. Інакше можливі хибні прогнози і ненадійна робота системи [10].

Надмірна залежність від автоматизації: у випадку збою або атаки на системи може втратитися контроль;

Неправильна інтерпретація даних: ризик прийняття неправильних рішень;

Фінансові витрати: значні початкові інвестиції у закупівлю обладнання та навчання персоналу.

Об'єднання систем екологічного моніторингу та безпеки праці на підприємствах України формує комплексний підхід до управління ризиками. Використання таких передових технологій, як IoT та Big Data, суттєво підвищує рівень безпеки та зменшує негативний вплив на довкілля. Але успішне впровадження таких систем можливе за умови врахування технічних і кіберризиків, складності інтеграції різних підсистем.

Список використаних джерел

1. Ak, M.F., Yucesan, M. & Gul, M. Occupational health, safety and environmental risk assessment in textile production industry through a Bayesian BWM-VIKOR approach. *Stoch Environ Res Risk Assess* 36, 629–642 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00477-021-02069-y>
2. Horizon 2020: Industrial Environment and Safety Integration, 2022.
3. World Bank Reports on Green Transition in Eastern Europe, 2023.
4. Jeffery B., Weddle B., Brassey J., Thaker S. Thriving workplaces: How employers can improve productivity and change lives. McKinsey Health Institute: <https://www.mckinsey.com/mhi/our-insights/thriving-workplaces-how-employers-can-improve-productivity-and-change-lives>
5. Укранфта: <https://www.ukrnafta.com/soczialna-vidpovidalnist>
6. Сайт Нафтогазу <https://gas.ua/uk/certification>
7. Сайт ДТЕК <https://dtek.com>.
8. Банк даних Державної служби статистики України: Режим доступу: <https://stat.gov.ua/uk/explorer>
9. Patel V., Chesmore A., Legner C., 2021. Trends in Workplace Wearable Technologies and Connected-Worker Solutions for Next-Generation Occupational Safety, Health, and Productivity. *Advanced Intelligent Systems* //doi.org/10.1002/aisy.202100099
10. SHAIK, M. 2023. “IoT-Enabled Environmental Monitoring for Workplace Safety Compliance in Manufacturing.” OSF. December 29. doi:10.17605/OSF.IO/N63WB.

УДК 502/504:355

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

Попко С.О. здобувач ВО, Черепньов І.А. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Кошмал В.В., Голуб О.М. курсанти, Макогон О.А. к.т.н. доцент

*Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету
“Харківський політехнічний інститут”*

Метою даного дослідження є аналіз існуючої методики оцінки та прогнозування радіоактивного забруднення місцевості в результаті аварії на атомній електростанції або ядерного вибуху

Як відомо, на території України знаходиться значна кількість об'єктів, на яких використовуються у виробничій або науковій діяльності ядерні матеріали, включаючи атомні електростанції (рис.1) [1].



Рис.1 Карта України із зазначенням атомних електростанцій [1].

В роботі [1] представлена інформація (на момент 2019 року) про стан і розвиток ядерно-енергетичних програм в Україні, включаючи фактори, пов'язані з ефективним плануванням, прийняттям рішень і реалізацією ядерно-енергетичної програми, які в сукупності забезпечують безпечну і економічну експлуатацію атомних електростанцій. З метою забезпечення здійснення заходів із запобігання виникненню надзвичайних ситуацій (НС) в Україні проводяться постійний моніторинг і прогнозування надзвичайних ситуацій. [2]. У роботі [3] конкретизується завдання міністерств і відомств щодо здійснення моніторингу різних складових навколишнього середовища. Зокрема, на ДСНС України покладено контроль хімічної та радіаційної обстановки. Контроль радіаційної обстановки безумовно відноситься до пріоритетних завдань і відповідно до [4]: радіаційне та хімічне спостереження здійснюється з метою своєчасного надання органам управління ЄДС ЦЗ інформації про забруднення навколишнього середовища радіоактивними та небезпечними хімічними речовинами для прийняття рішень щодо реагування на НС, пов'язані з викидом радіоактивних та небезпечних хімічних речовин. Прийняття відповідного рішення можливо лише після аналізу результатів вимірів і виробленні на їх основі оцінки та

прогнозування хімічної і радіаційної обстановки на конкретній території. Що стосується оцінки хімічної обстановки, то існує офіційно затверджена Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті [5]. Але аналогічний методики з оцінки та прогнозування радіаційної обстановки в разі аварії на АЕС або вибуху ядерного боєприпасу, нам не вдалося виявити на сайті законодавства України. З наведеного вище документа випливає, що оцінка і прогноз зміни радіаційної обстановки здійснюється у відповідних управліннях або відділах ДСНС. Однак, в ряді випадків дана діяльність здійснюється на рівні об'єкта господарської діяльності. Відповідно до наказу ДСНС [6] на суб'єктах господарювання розробляється обов'язковий перелік документів з питань цивільного захисту, серед яких є План локалізації і ліквідації наслідків аварій (стосується суб'єктів господарювання, у власності або у користуванні яких знаходяться об'єкти підвищеної небезпеки) та План цивільного захисту на особливий період (стосується суб'єктів господарювання, які продовжують свою виробничу діяльність в особливий період (у воєнний час)). Ці документи вимагають проведення прогнозування зміни обстановки в разі виникнення аварії або НС, в тому числі з викидом НХР і (або) радіоактивних речовин. Зокрема, відповідно до наказу ДСНС [7] в Плані цивільного захисту на особливий період рекомендується включити наступну інформацію:

- щодо впливу суб'єкта господарювання на суміжні з ним території (у разі його належності до об'єктів підвищеної небезпеки, хімічно-небезпечних об'єктів, суб'єкта господарювання, віднесеного до відповідної категорії цивільного захисту), площі території та чисельності населення, що потрапляє до зон можливого ураження у разі виникнення надзвичайної ситуації на території суб'єкта господарювання;

- висновки за результатами оцінки обстановки, яка може скластися на суб'єкті господарювання та на прилеглої території внаслідок руйнувань (пожеж), зумовлених застосуванням противником засобів ураження, здійсненням терористичних актів та диверсій (ймовірні ступені руйнування, можливі втрати персоналу і виробничих потужностей тощо).

Однак, як це було вже зазначено вище, в доступному нам масиві інформації ми не змогли знайти офіційно затверджений документ, на підставі якого можна здійснити оцінку і прогноз обстановки, яка складається після радіоактивного забруднення місцевості викликаного аварією на АЕС і (або) вибухом ядерного боєприпасу. У роботі [8] зазначено, що в НАТО для попередження і звітності, прогнозування небезпек виникнення ядерних, хімічних, біологічних і радіологічних подій використовується спеціально розроблений програмний продукт. З його допомогою автоматично розраховуються прогнозовані зони небезпек, інформація відображається на карті. Дані також використовуються для визначення військових одиниць, які знаходяться в групі ризику. Він надає командирам всіх ступенів швидку і точну інформацію про ядерних, хімічних і біологічних небезпек, на основі якої вони можуть приймати обґрунтовані оперативні рішення. Однак, він поширюється тільки на військові структури і ми

на маємо можливостей щодо його використання на практиці. Виникають серйозні проблеми при підготовці студентів закладів вищої освіти до дій у надзвичайних ситуаціях. Відповідно до вимог «Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях» [9] в результаті проходження циклу навчальної дисципліни «Цивільний захист» має статися формування у здобувачів вищої освіти на другому (магістерському) рівні умінь з превентивного і аварійного планування та управління заходами цивільного захисту. Аварійне планування вимагає в тому числі і прогнозування радіаційної обстановки в разі аварії на АЕС або застосування атомної зброї, яке неможливо без наявності сучасної методики, заснованої на комп'ютерних технологіях. В даний же час, науково-педагогічні співробітники під час навчального процесу змушені використовувати довідкову літературу зразка середини - кінця 80-х років XX століття або початку двохтисячних, такі як [10-12]. І подвійно неприпустимо застосування неофіційних методик оцінки та прогнозування радіаційної обстановки в практиці роботи підрозділів цивільного захисту на об'єктах господарської діяльності при складанні Планів локалізації і ліквідації наслідків аварій або Планів цивільного захисту на особливий період.

Список використаних джерел

1. Country Nuclear Power Profiles 2019 Edition. IAEA: веб-сайт.URL: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/cnpp2019/countryprofiles/Ukraine/Ukraine.htm> (дата звернення 05.05. 2025).
2. Кодекс Цивільного захисту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення 05.05. 2025).
3. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля: Постанова Кабінету України від 30 березня 1998 р. № 391. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text> (дата звернення: 05.05. 2025).
4. Про затвердження Методики спостережень щодо оцінки радіаційної та хімічної обстановки: Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 27.11.2019 р. № 986. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0083-20#Text> (дата звернення: 05.05. 2025).
5. Про затвердження Методики прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті: Наказ МВС України від 29.11.2019 № 1000. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0440-20#Text> (дата звернення: 05.05. 2025).
6. Про затвердження Примірного переліку документів з питань цивільного захисту, що розробляються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, суб'єктами господарювання: Наказ ДСНС України № 335 від 12 липня 2016 р. URL: <https://dsns.gov.ua/uk/nakazi-z-osnovnoyi-diyalnosti/50553> (дата звернення: 05.05. 2025).

7. Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення планів цивільного захисту на особливий період суб'єктами господарювання: Наказ ДСНС України від 19.03.2024 р. № 302. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0302388-24#Text> (дата звернення: 05.05.2025).

8. Недевски Д. Информационно осигуряване на системата за ранно предупреждение и докладване за ядрени, химически, биологични и радиологични събития. *Военен журнал*. 2024. Vol. 131, № 2s. С. 86-96.

9. Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях: Постанова Кабінету України від 26 червня 2013 р. № 444. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/444-2013-%D0%BF#Text> (дата звернення: 05.05.2025).

10. Підвищення стійкості роботи об'єктів народного господарства у воєнний час / Демиденко Г.П. та ін. Київ: Вища школа, 1984. 232 с.

11. Захист об'єктів народного господарства від зброї масового знищення: довідник / Демиденко Г.П. та ін. Київ: Вища школа, 1989. 287 с.

12. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т. 1. Техногенна та природна небезпека / за ред. В.В. Могильниченка. Київ: КІМ, 2007. 636 с.

УДК 616. 01-09

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ОТРИМАННІ БДЖОЛИНОЇ ОТРУТИ

Бабарика І.Г., к. с.-г. н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Казково – приваблива праця на пасіці не тільки позитивно впливає на здоров'я бджоляра але може бути і смертельно небезпечною.

Для підвищення ефективності пасіки все більшого поширення набуває одержання бджолоїної отрути — цінної сировини для фармацевтичної промисловості. Слід зауважити, що при збиранні бджолоїної отрути з допомогою відповідних пристроїв пасічники-любители повинні вжити всіх заходів безпеки при роботі з отрутами.

Бджолоїна отрута в малих дозах і при вмілому застосуванні стимулює захисні властивості організму. Бджолоїна отрута виробляє стійкий імунітет до багатьох захворювань, це цінний біологічно активний продукт бджільництва, але при цьому вона є високотоксичною речовиною, тому при роботі з нею необхідно виключити найменшу можливість її попадання до роту, в дихальні шляхи, на пошкоджені ділянки шкіри, в очі.

1. Працювати необхідно тільки в респіраторі, допускається «пелюстка», і щільних окулярах, які виключають потрапляння отрути в очі, рот і носоглотку.

2. На кожній ємності для зберігання і збору отрути повинна бути етикетка з написом «обережно отрута» і зображенням черепа і схрещених кісток.

3. Одним з обов'язкових умов безпечної роботи з отрутою є виконання правил особистої гігієни. Спецодяг, хороший стан рук, нігтів, відсутність подряпин, саден, пошкоджень шкіри - найкраща гарантія безпечної роботи. До і після роботи з отрутою ретельно вимити руки з милом, працювати в білому халаті, в засобах індивідуального захисту.

4. Виключити доступ до отрути вагітних жінок і неповнолітніх.

5. Всі інструменти ретельно вимити, папір на який збиралася отрута і воронку знищити.

Бджолина отрута стійка речовина, що представляє собою густу жовтувату рідину з приємним медовим ароматом і гірко-пекучим смаком. Пробувати бджолину отруту - небезпечно для життя! Бджолина отрута важча за воду, проте сухий залишок легко притягує воду і відсиріює.

Збір бджолиної отрути проводять за допомогою електронного генератора імпульсів (подразника) і касет приймачів отрути.

Вимоги до збирання бджолиної отрути:

1. Акуратність в роботі;

2. Проведення збору бджолиної отрути тільки в темний час доби, переважно вранці (з 3 до 4 годин), коли бджоли переробили принесений за день нектар;

3. Виняток потрапляння на отруту сонячних променів і дії підвищених температур;

4. Зберігання отрути після збору в холодильній камері в герметично закритих ємностях з помаранчевого скла.

Касета встановлюється у вулик при знятих кришці і стелинах (в лежаку), або підкришника (в багатокорпусному вулику). Касета встановлюється над рамками так, щоб рамки приймачі отрути розташовувалися паралельно рамкам, що знаходяться у вулику. Не можна ставити отрутозбиральні касети між рамками в бджолину вуличку, щоб уникнути загибелі матки. Далі касети накривають мішковиною або іншим відповідним матеріалом. Касети підключають до електронному генератору імпульсів. Слід при цьому стежити щоб не відбулося замикання контактних проводів рамок. Сеанс проводять не більше 1 години і до повного виходу бджіл з касет, що свідчить про повну віддачу отрути.

Генератор відключають, прибирають всі касети і відносять до приміщення для зняття отрути. Всі вулики накривають стелинами, кришками і т.д. Відбір отрути закінчують до вильоту бджіл з вуликів.

Отруту зіскрібають зі скла рамок на чистий папір і з нього в міру наповнення, через воронку в скляну ємність помаранчевого кольору. Ємність закривають герметично і ставлять на зберігання в холодильну камеру.

Суха отрута має вологість 12% і активність не менше 100 біологічних одиниць. З метою недопущення зниження якості отрути необхідно дотримуватися наступних вимог:

– Зберігати бджолину отруту в скляних ємностях помаранчевого кольору, закритих пластмасовими кришками і герметично ущільнених;

– Скляні ємності повинні бути обгорнуті чорним папером, поміщені в

поліетиленовий пакет і поставлені в морозильну камеру;

– При необхідності додавання нової порції сухої речовини, банку витягують з морозильника і витримують не загорнутою при кімнатній температурі не менше 6 годин, для запобігання конденсації вологи і втрати якості отрути.

При дотриманні даних вимог бджолина отрута може зберігатися до 10 років.

Попри давнє використання бджолиної отрути в народній медицині, вона майже не знаходить застосування в науковій медицині. Значною мірою це пояснюється болісністю ужалень та важкістю дозування при вжаленнях. В наш час фармацевтична промисловість випускає цілий ряд очищених препаратів бджолиної отрути, що вводяться в організм в ін'єкціях, утираннях, інгаляціях тощо. Але вважається, що введення свіжої отрути дає кращий лікувальний ефект, ніж приймання у вигляді препаратів. Тому лікування ужаленнями досі широко застосовується.

Застосування бджолиної отрути в лікувальних цілях базується на її протизапальній, протибольовій і десенсибілізуючій дії. Лікувальна дія її складна. Вона стимулює обмін речовин, утворення червонокровців і діяльність серцево-судинної системи, викликає зниження кров'яного тиску та вмісту холестерину в крові, поліпшує сон, апетит, гоєння ран, виразок; діє безпечно і протизапально; має сильні бактерицидні властивості.

Бджолина отрута та її препарати застосовуються при лікуванні ревматизму, невралгій, гіпертонічної хвороби, атеросклерозу, міокардиту, базедової хвороби, алергічних та трофічних захворювань і уражень периферичної нервової системи.

Але строго протипоказано застосовувати бджолину отруту при хворобах нирок, захворювання печінки та захворювання підшлункової залози, злоякісних пухлинах, тяжких інфекційних захворюваннях та загальному виснаженні організму.

Жало бджоли викликає місцеве запалення та зумовлює виникнення більш-менш серйозних набряків. Загалом, це досить болючий процес. Від кількох десятків укусів можливий ризик смерті. Дуже небезпечне випадкове проковтування комахи під час їжі або пиття. Від внутрішнього укусу, в дихальних шляхах може утворюватись набряк та існує гостра небезпека задухи. Однак такі випадки трапляються не часто.

Для зменшення дії бджолиної отрути при випадкових укусах бджіл необхідно:

- якомога швидше позбавитися від жала;
- коли жала немає, необхідно перешкодити поширенню отрути в організмі, а також не допустити алергічної реакції:
- більшість води в організмі;
- на ушкоджені місця накладають пов'язки з розведеного нашатирного спирту (1 частина спирту на 5 частин води);
- на місце набряку покласти грілку з холодною водою або мокрий

рушник, що сповільнить всмоктування отрути;

– намочити тканину розчином харчової соди (1 ч. л., на 1 склянку води) та приставити до місця укусу на 15-20 хвилин;

– якщо є ризик виникнення алергічної реакції, випити антигістамінний засіб;

– люди, у яких є встановлена алергія, потребують негайної ін'єкції протиалергічного засобу.

– при тяжкій загальній реакції вводять серцеві (збудні) засоби.

Список використаних джерел

1. Бджільництво: Мирось В.В., Бабарика І.Г. Навч. посібник / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Х., 2007. – 278 с.

2. Українська радянська енциклопедія: у 12 т. / гол. ред. М. П. Бажан; редкол.: О. К. Антонов та ін. – 2-ге вид. – К.: Головна редакція УРЕ, 1974–1985.

УДК 631.1.65

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИПУСКУ ПРОДУКЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ФОПІВ З ВИРОБНИЦТВА КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Онiкiєнко М. О. студ.; Лук'яненко В. М. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Останнім часом в Україні з'явилося багато невеликих підприємств, які здійснюють виробництво і випуск кондитерських виробів в досить широкому асортименті (тістечка, печиво, пряники), а також переробку молока на вершкове масло, випікання хліба.

При розвитку ринкових стосунків забезпечення необхідного рівня якості продукції і послуг має бути стратегічним напрямом діяльності будь-якої господарської одиниці.

На сучасному етапі розвитку суспільного виробництва найбільш прийнятним і розповсюдженим у всьому світі способом підвищення якості та зміцнення конкурентних переваг, являється розробка і впровадження на підприємстві системи управління якістю (СУЯ) на основі міжнародних стандартів ISO серії 9000 [1 - 4].

Системи управління якістю застосовуються у компаніях будь-якого розміру до всіх аспектів управління, наприклад, маркетингової, збутової та фінансової діяльності.

Система управління якістю сприяє: поліпшенню діяльності підприємства та підвищенню його продуктивності; концентрації зусиль на цілях підприємства і очікуваннях замовників; досягненню та підтриманню якості продукції та послуг з метою виконання вимог замовників та задоволення їхніх потреб, які можливо передбачити; підвищенню задоволеності замовника; впевненості у тому, що встановлена якість досягається та підтримується; відкриттю нових ринкових

можливостей: проведенню сертифікації/реєстрації.

Ефективна система проектується щоб задовольняти очікування і вимоги споживачів і в той же час захищати інтереси організації. Добре організована система якості – надійний засіб оптимізації і управління якістю продукції з погляду зниження ризику, витрат і збільшення прибутку.

Замовники вимагають продукцію, характеристики якої задовольняють їхні потреби та очікування. Ці потреби та очікування оформляють у формі технічних умов на продукцію і загалом називають вимогами замовників. Вимоги замовників можуть зазначати замовники у контракті чи може визначати безпосередньо організація. У кожному з цих випадків саме замовник остаточно визначає прийнятність продукції. Змінення потреб і очікувань замовників, а також конкурентний тиск і технічний прогрес змушують організації постійно вдосконалювати свою продукцію та процеси [2].

Таким чином, проектування систем управління якістю для ФОПів, які є основними виробниками вищеперерахованої продукції є доцільним.

Результати критичного аналізування багатьох підприємств такого типу вказують на незадоволення користувачів якісними показниками пряникових виробів та строком їх зберігання.

Так в нашому дослідженні 100% користувачів незадоволені якістю заварних пряничних виробів:

- 80% - смаком;
- 60% - харчовою цінністю;
- 60% - строком зберігання;
- 50% - функціональними властивостями;
- 40% - пластичністю;
- 30% - адгезійною напругою;

які є чинниками безпосереднього формування споживчих властивостей готового виробу.

За результатами проведеного аналізу визначено, що одним з шляхів вирішення проблеми створення борошняних кондитерських виробів функціонального призначення, являється використання екологічно безпечних нетрадиційних добавок рослинного походження, зокрема бурякових харчових волокон і підсолоджувача – стевіозиду.

Застосування цих харчових добавок дозволяє не тільки усунути вказані недоліки заварних пряникових виробів, а також отримати багато додаткових переваг.

Метою дослідження стала розробка технології пряникових виробів функціонального призначення з використанням харчових волокон і стевіозиду. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз наявних в науково-технічній літературі даних по використанню харчових волокон і підсолоджувачів у виробництві борошняних кондитерських виробів;
- науково обґрунтувати і експериментально довести доцільність використання бурякових харчових волокон в якості збагачувача в технології

пряникових виробів;

- обґрунтувати ефективність використання стевіозиду в якості інтенсивного підсолоджувача в технології пряникових виробів;

- дослідити вплив бурякових харчових волокон і стевіозиду на якість пряникових виробів при зберіганні;

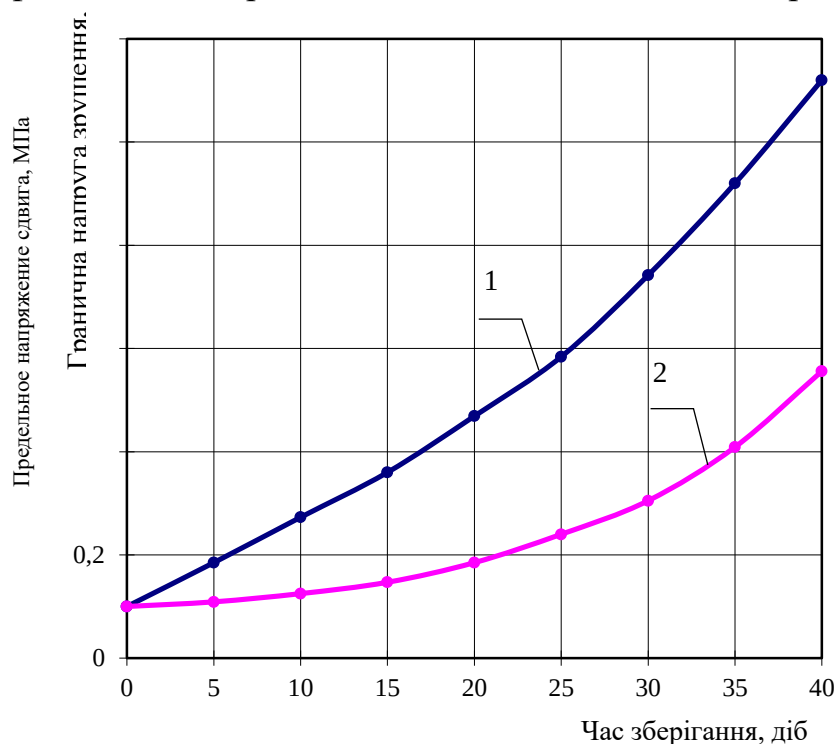
- розробити технологічні рішення по використанню бурякових харчових волокон в композиції із стевіозидом для подовження строку зберігання, поліпшення якості продукції та підвищення харчової цінності пряникових виробів.

В роботі досліджено показники якості стевіозидів та харчових волокон і визначено їх вплив на якість пряникових виробів при зберіганні (рис. 1).

За результатами проведених досліджень рекомендовано:

1. При проектування політики та цілей в області якості ФОПів з виробництва пряникових виробів вносити до неї положення щодо:

- впровадження прогресивних організаційно - технічних заходів для підвищення ефективності виробництва і забезпечення якості продукції;



1 - "Цукрові" (контроль); 2 - "Заварні"

Рисунок 1 – Вплив бурякових харчових волокон і стевіозиду на якість пряникових виробів при зберіганні

- забезпечення високого рівня смакових та поживних якостей виробів.

2. Розробити методику процесу випуску продукції з урахуванням зміни рецептури виробництва заварних пряникових виробів з додаванням бурякових харчових волокон і стевіозиду.

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT). Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів [Текст]. - Введ. 01-07-2016. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. - 50 с.
2. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT). Системи управління якістю. Вимоги. – Введ. 01.07.2016. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 32 с.
3. ДСТУ ISO 9004:2018 (ISO 9004:2018, IDT) Управління якістю. Якість організації. Настанови щодо досягнення сталого успіху. – Введ. 01.01.2020. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 51 с.
4. ДСТУ ISO 19011:2019 (ISO 19011:2018, IDT). Настанови щодо проведення аудитів систем управління [Текст]. - Введ. 01-01-21. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 40 с.

УДК 504.

ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ЗАСТОСУВАННЯ БОЄПРИПАСІВ ЗІ ЗБІДНЕНИМ УРАНОМ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Богомол Д.С. здобувач ВО, Черепньов І.А. к.т.н., доцент

Державний біотехнологічний університет

Ключко С.І. здобувач ВО

Національний університет цивільного захисту України

Красношапка Ю.В., Вельможний С.В.

*Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету
“Харківський політехнічний інститут”*

Метою даного дослідження була оцінка екологічних наслідків застосування боєприпасів з збідненим ураном під час бойових дій в Іраку і Югославії. А також правові аспекти застосування даного виду зброї з точки зору міжнародного гуманітарного права.

Як відомо, ще в період Другої світової війни в арміях протиборчих коаліцій активно використовували підкаліберні снаряди з вражаючим елементом з вольфраму для ураження важких танків. Це дозволяло, використовуючи існуючі артилерійські системи, пробивати броню товщиною 100 мм і більше. На рис.1 представлені катушкові підкаліберні снаряди для радянських гармат. Справа наліво: 57-мм, 76-мм, 85-мм, 100-мм [1].



Рис.1. Котушкові підкаліберні снаряди для радянських гармат. Справа наліво: 57-мм, 76-мм, 85-мм, 100-мм.

Після того, як ядерна індустрія набула широкого поширення в світі, в ряді країн для ураження танків мають композитну броньовий захист, стали використовувати збіднений уран. Тим більше що його отримують на заводах збагачення урану, а також при роботі деяких ядерних реакторів і на заводах з переробки відпрацьованого ядерного палива. На рис. 2 зображений 25-міліметровий снаряд, випущений з гармати "Бушмастер" на армійській бойовій машині "Бредлі" [2].



Рис. 2. 25-мм артилерійський бронебійний снаряд з вражаючим елементом з збідненого урану (ЗУ).

При пострілі сегментований пластиковий ковпачок і накладка (фото справа внизу) відпадають, залишаючи в якості єдиного снаряда пенетратор - урановий стрижень розміром з олівець (разом зі стабілізуючими ребрами). Для кріплення ребер використовується нижня частина стрижня DU з різьбленням. У США використовується круглий стрижень діаметром 30 мм з червоним ковпачком. А-10 ВПС США (він же "Бородавочник"), що стріляє з авіаційної гармати GAU - 8 зі швидкістю до 4800 пострілів в хвилину, його основна функція-знищувати ворожі танки. Висока щільність металевого урану надає пенетратору імпульс і прямолінійну траєкторію, що практично неможливо зупинити. Вольфрам, щільність якого близька до щільності урану, також може бути використаний, але

ЗУ має більшу проникаючу здатність до цілі. На відміну від вольфраму, уран є пірофорним речовиною. Крім того, у нього температура плавлення нижче, ніж у вольфраму. Коли ЗУ-пенетратор потрапляє в мішень, температура його поверхні різко підвищується. Це призводить до локального розм'якшення в місцях, відомих як "смуги адіабатичного зсуву", і відшаровування частин поверхні снаряда. Це зберігає наконечник гострим і запобігає ефекту "грибоподібності", який виникає при використанні вольфраму. Коли ЗУ потрапляє в транспортний засіб-мішень, більші осколки, як правило, руйнують все, що знаходиться всередині, тоді як пірофорність урану збільшує ймовірність вибуху палива та/або боєприпасів транспортного засобу [2].

Серед фахівців різних країн немає єдиної думки по тій мірі небезпеки для навколишнього середовища і здоров'я людини, яку представляє бойове застосування боєприпасів з ОУ. Тому ми вважали за необхідне навести різні точки зору. Так, на думку професора S. Father а з Мерілендського університету в коледж-парку (University of Maryland, College Park): ризики для здоров'я окремих осіб або груп населення в результаті зовнішнього впливу ЗУ невеликі, за винятком, можливо, тих, хто займався збором пошкодженої техніки в процесі якого мали прямий і тривалий контакт з фрагментами ЗУ [3]. Але є і абсолютно протилежні дані. Так в роботі [4] наводиться наступна інформація: Ірак страждає від забруднення навколишнього середовища ЗУ в багатьох регіонах, і наслідки цього можуть завдати шкоди здоров'ю населення у вигляді отруєнь і збільшення числа випадків різних видів раку і вроджених дефектів. Під час війни в Перській затоці в 1991 і 2003 роках на Ірак було скинуто близько 1200 тонн боєприпасів. В результаті сталося забруднення більш ніж 350 об'єктів в Іраку.

В даний час іракці стикаються з приблизно 140 000 випадків раку, щороку реєструється від 7000 до 8000 нових випадків. У Багдаді число випадків захворювання на рак на 100 000 чоловік населення збільшилася, так само як і в Басрі. Загальна захворюваність на рак молочної залози та легенів, лейкемію та лімфому подвоїлася і навіть потроїлася. Аналогічні негативні наслідки застосування боєприпасів з ЗО проявилися і на території колишньої Югославії. Причому вони були поширені не тільки у населення територій, що потрапили під удар, але і у військовослужбовців коаліції, що наносили їх. Зокрема Міністр оборони Італії Артуро Парізі в жовтні повідомив Слідчому комітету парламенту, що 255 італійських солдатів серйозно постраждали і що 37 загинули після перебування в районах, де застосовувалася зброя з збідненим ураном. Ще більш тяжкі наслідки проявилися у дітей. До війни захворюваність на лейкемію у дітей становила один випадок на тисячу, а після війни відбувся різкий стрибок-лейкемія якій було діагностовано у одного відсотка обстежених дітей [5]. Як зазначено в роботі [6]: незважаючи на те, що ці боєприпаси мають здатність заражати ЗУ навколишнє середовище і людей, з точки зору формального підходу їх застосування не порушує норми міжнародного гуманітарного права (МГП) і договірних положень, що стосуються непотрібних страждань, відмінності, пропорційності і шкоди навколишньому середовищу. Більше того, згідно з МГП, дворозрядні боєприпаси не можуть розглядатися як ядерна, радіологічна, хімічна

або запальна зброя. У вищезитованому джерелі робиться висновок про те, що необхідно розробити регулюючий договір, щоб звести до мінімуму ризики для навколишнього середовища і здоров'я, пов'язані з боєприпасами з ЗУ, і прояснити їх правове становище. Поки ж єдиними обмеженнями на застосування ЗУ є норми МГП в загальному сенсі і принцип обережності.

Таким чином, з огляду на вищесказане, остаточний висновок по допустимості використання даного виду зброї повинна зробити компетентні міжнародні організації, такі як організація Об'єднаних Націй, Всесвітня організація охорони здоров'я та ін.

Список використаних джерел

1. Підкаліберний бронебійний снаряд: Історія з анатомією. Ukrainian Military Pages: веб-сайт. URL: <https://www.ukrmilitary.com/2021/04/lom.html> (дата звернення: 05.05. 2025).
2. Depleted Uranium Penetrator Rounds. ORAU: веб-сайт. URL: <https://www.ornl.gov/health-physics-museum/collection/consumer/depleted-uranium/penetrators.html> (дата звернення: 05.05. 2025).
3. Fetter S., Hippel F. (2000). The hazard posed by depleted uranium munitions. *Science & Global Security*. 2000. Vol.8, № 2. P. 125–161. doi:10.1080/08929880008426473
4. Fathi R., Matti L., Al-Salih H., Godbold D. Environmental pollution by depleted uranium in Iraq with special reference to Mosul and possible effects on cancer and birth defect rates. *Medicine, Conflict and Survival*. 2013. Vol. 29, №1. P. 7-25. doi.org/10.1080/13623699.2013.765173.
5. Bjelajac Z, Pocuca, M., MIJatoVIC D. Uranium and dioxin consequences of bombing of Yugoslavia in 1999 and its impact on the ecosystem and human health. *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 2013. Vol. 14, № 2. P. 480–492.
6. Sypott K. The Legality of Depleted Uranium Munitions under International Humanitarian Law. *Victoria University Law and Justice Journal*. 2015. Vol.5, № 1. P. 51–62. doi: 10.15209/vulj. v5i1.725.

UDC 351.861

CERTAIN ISSUES ON IMPROVING FIRE SAFETY OF PREMISES FOR SHELTERING THE POPULATION DURING MILITARY OPERATIONS

Svyatoslav Klochko

National University of Civil Protection of Ukraine

The work considers the design model of the organization of underground spaces with the stay of people. The focus is on ergonomics issues when arranging shelters.

The evacuation mechanism from the territories of underground complexes and small objects with people is the first stage of developing spatial planning solutions, which is laid at the heart of each project of underground structures. It contains the main component of the safety of people's lives in case of emergency situations.

The design of evacuation routes for objects with a mass presence of people should be as thoughtful and deliberate as possible, since in the event of a fire or other dangerous situations, quick and safe evacuation of people to the surface can save their lives.

Underground objects with a mass presence of people, such as subways, underground parking lots, tunnels, critically important objects such as bunkers and other undergrounds, may have a complex system of evacuation routes due to their design features, location and optionality. Therefore, during design, design experts must take into account all possible options and scenarios for effective evacuation of people.

One of the main requirements when designing escape routes is to ensure access to them at all times and in all conditions. Escape routes must be accessible to all categories of people, including people with disabilities, and must be marked and illuminated to facilitate their location in the event of an emergency [1].

In addition, escape routes must be located in such a way as to avoid congestion and overcrowding during evacuation. They must have a large capacity and wide passages to ensure the rapid and unhindered movement of people.

Designing escape routes for underground facilities with people is a complex and responsible task. It requires taking into account many factors and technical features, as well as compliance with all safety standards and requirements.

Only properly designed escape routes can ensure the protection and safety of people in the event of an emergency.

Comfort of stay also plays an important role in the design of underground complexes. This means providing appropriate conditions for people, such as temperature, humidity, noise and other activities. In addition, it is important to provide recreation areas, food and other services that will ensure comfort for people in underground conditions.

Standardization also plays an important role in the design of underground complexes with mass occupancy. This means compliance with all requirements and rules related to the design and construction of such facilities. In this case, it is worth considering international standards and recommendations that can ensure high quality and safety of underground complexes.

Therefore, the design of underground complexes with mass occupancy requires an integrated approach and consideration of various aspects that will ensure safety, comfort and standardization of these facilities.

References

1. DSTU EN ISO 7730:2011 Ergonomics of the thermal environment. Analytical definition and interpretation of thermal comfort based on calculations of PMV and PPD indicators and local thermal comfort criteria (EN ISO 7730:2005, IDT).

УДК 614.8

АНАЛІЗ КОМПЕТЕНЦІЙ СУЧАСНОГО ФАХІВЦЯ В ОБЛАСТІ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Колокольніков В.О. студент, Черепньов І.А. к.т.н., доцент

Державний біотехнологічний університет

Макогон О.А., к.т.н., доцент

*Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету
“Харківський політехнічний інститут”*

Метою даної роботи був аналіз стану пожежної обстановки в світі з точки зору техногенних загорянь і вимог до компетентності осіб, що відповідають за пожежну безпеку на об'єктах господарської діяльності

Історія пожеж на планеті Земля значно перевищує історію людської цивілізації і становить сотні мільйонів років, починаючи з того моменту, коли сформувалися умови, які відповідають вимогам так званого “трикутника вогню”. На підставі досліджень провідними фахівцями називаються різні цифри, які знаходяться в інтервалі 440-345 мільйонів років, а з появою людської цивілізації проблему пожеж на зовсім піднялась на інший якісний рівень, що створює серйозну загрозу стійкості природних ландшафтів [1]. І тепер, як підкреслено в роботі [2] найчастіше доводиться стикатися з масовими пожежами, причиною яких є людський фактор і вони здійснюють значний тиск на нашу планету. Не менш, а скоріше більш небезпечні пожежі у великих містах. За даними ООН, представленими у доповіді у 2022 році, майбутнє людства, безсумнівно, пов'язане з урбанізацією... Ми є свідками того, що протягом наступних трьох десятиліть урбанізація у світі триватиме — з 56% у 2021 році до 68% у 2050 році. Це призводить до збільшення кількості міських жителів на 2,2 мільярда людей, які проживають переважно в Африці та Азії [3]. Існують численні дані, які доводять підвищену вразливість більшості міських громад в умовах НС [4]. Пожежі в умовах мегаполісів мають специфічну особливість: за даними численних спостережень вони є жахливими прикладами міських вогняних бур, які принципово відрізняються від пожеж у дикій природі, які знищують ліси та чагарники. При пожежах, які охоплюють густонаселені райони, будівлі самі стають паливом [5]. У цій же роботі наводяться приклади пожеж у великих містах з руйнівними наслідками, як у Лахаїні, Гаваї, у 2023 році та Вальпараїсо, Чилі, у 2024 році. На рис.1 представлено розподіл пожеж у країнах світу за місцем виникнення у відсотках (2020 р).

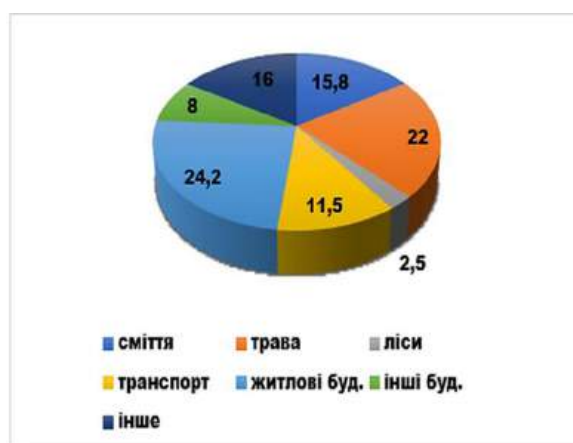


Рис.1. Розподіл пожеж у країнах світу за місцем виникнення у відсотках (2020 р) [6].

На території України найбільша кількість пожеж також виникає в будівлях різного призначення (рис.2).

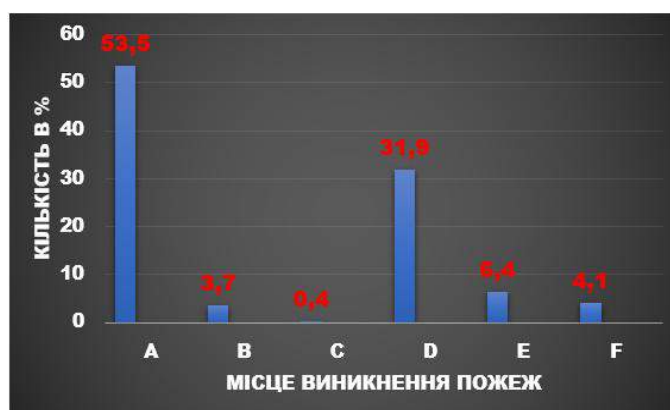


Рис. 2. Розподіл пожеж на території України за місцем виникнення у відсотках (за 2 місяці 2020 року), де: А- будинки та споруди житлового призначення 53,5%; В - інші будинки 3,7%; С- природні екосистеми 0,4%; D -відкриті території 31,9%; Е - транспортні засоби 6,4%; F- Інші об'єкти 4,1% [6].

Забезпечення пожежної безпеки будівель здійснюється на трьох етапах: проектування, і експлуатації [8]. Саме на третьому етапі там знаходиться максимальна кількість людей, що вимагає здійснення комплексу заходів щодо забезпечення пожежної безпеки. Як зазначено в роботі [9]: людський фактор - найбільш непередбачуваний елемент в будь-якій системі безпеки, в тому числі і пожежної. Враховуючи, що роль людського фактора в системах управління охороною праці є домінуючою, важливо це необхідно для належної підготовки людей, яким в майбутньому належить виконувати управлінські функції. У нормативно-правових документах багатьох країн присутнє поняття "відповідальна особа", яке відповідає за комплекс заходів щодо забезпечення пожежної безпеки на об'єктах господарської діяльності (ОГД). Зокрема, у Великій Британії вимоги та коло обов'язків цих осіб закріплено в Правилах пожежної безпеки 2022 року, так і в розділі 156 Закону про безпеку будівель 2022 року. Відповідальна особа відіграє найважливішу роль у забезпеченні безпеки

осіб, які знаходяться в будівлі. Вона відповідає за: проведення оцінки пожежного ризику, вжиття заходів пожежної безпеки, створення та підтримання плану пожежної безпеки, надання інформації про пожежну безпеку, проведення навчання з пожежної безпеки, регулярне тестування та технічне обслуговування обладнання та системи пожежної безпеки і також координацію з зовнішніми організаціями [10]. Природно, що до даних осіб пред'являються підвищені вимоги перш за все з точки зору їх професійної підготовки та рівня освіти. Товариство інженерів протипожежного захисту (SFPE) пояснює, що роль фахівців у галузі пожежної безпеки полягає в тому, щоб [11]: виявляти ризики, пов'язані з пожежами, і визначати способи їх зниження, а також розробляти способи захисту від впливу вогню. SFPE підготувала Керівництво по основним вимогам до компетентності інженерів-пожежників (в США їх зазвичай називають інженерами з протипожежного захисту). У списку цих компетенцій входять: поведінка людей і евакуація, аналіз протипожежного захисту, наука про пожежу та системи протипожежного захисту. Як видно з наведених вище даних до підготовки осіб, які відповідають за пожежну безпеку на різних об'єктах в США і Великобританії та ряду інших країн, пред'являються досить жорсткі вимоги. На жаль, на території України ситуація зовсім інша. У роботах [12,13] аналізуються два основних НПА, які визначають основні вимоги до пожежної безпеки в Україні: Кодекс цивільного захисту (глава 13) і Правила пожежної безпеки України. Загальний висновок: чинними нормами і законодавчими актами не передбачений точний список вимог, що висуваються до відповідальної особи. Дана прогалина в законодавстві призводить до того, що досить часто керівники ОК призначають на цю посаду людей за залишковим принципом, тих що не мають фахової освіти, досвіду роботи та інших необхідних компетенцій, що відповідно знижує ефективність роботи

Отже, дана проблема вимагає оперативного вирішення. Як прецедент можна скористатися введенням вимог до керівника (посадової особи) з питань цивільного захисту: повна вища освіта та стаж роботи у сфері цивільного захисту не менше 2 років. Природно, що це тільки перший крок, а далі слід передбачити наявність проходження навчання за спеціальністю 261 Пожежна безпека.

Список використаних джерел

1. Pausas J. G., Keeley J. E. A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life. *BioScience*, 2009. № 59(7). P. 593–601. doi:10.1525/bio.2009.59.7.10.
2. Scott A. C., Chaloner W. G., Belcher C. M., Roos, C. I. The interaction of fire and mankind: Introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2016. 371(1696), 20150162. doi:10.1098/rstb.2015.0162.
3. World Cities Report 2022. Envisaging the Future of Cities. Un-habitat: веб-сайт. URL: <https://unhabitat.org/wcr/2022/> (дата звернення: 12.05. 2025).
4. Wien M, Sabatj J. Food selection criteria for disaster response planning in urban societies. *Nutrition Journal*. 2015. № 14(1). 14:47. doi: 10.1186/s12937-015-0033-0.

5. Why fires spread quickly in modern cities — and how to slow them. *Nature*: веб-сайт. URL: <https://outdoorthrill.cfd/2025/01/17/why-fires-spread-quickly-in-modern-cities-%E2%80%95-and-how-to-slow-them/> (дата звернення 12.05. 2025).
6. World Fire Statistics. Report № 27. *World Fire Statistics*: веб-сайт. URL: <https://www.ctif.org/news/ctif-world-fire-statistics-report-no-27-now-available-download> (дата звернення 12.05. 2025).
7. Аналітична довідка про пожежі та їх наслідки в Україні за 2 місяці 2020 року. URL: <https://dsns.gov.ua/upload/2/2/8/5/4/5/3/2020-6-15-ad-022020.pdf> (дата звернення 12.05. 2025).
8. Liyanapeli N., Bhaumik A., Galappaththi U., Wickramasinghe D. Factors Contributing to Increased Building Fire Incidents in Sri Lanka. *Safety & Fire Technology*. 2023. Vol. 61, № 1. P. 54-63. doi.org/10.12845/SFT.61.1.2023.3.
9. Sroka M. Human factor management in fire protection and in evacuation from public utility objects. *System Safety: Human - Technical Facility – Environment*. 2019. Vol. 1, № 1. P. 96-104. doi: 10.2478/czoto-2019-0012.
10. Duties of the Responsible Person. *Fire Safety Specialists*: веб-сайт. URL: <https://fire-safety-specialists.co.uk/latest-news/duties-of-the-responsible-person/> (дата звернення 12.05. 2025).
11. About. What is fire safety engineering? *Stellenbosch University*: веб-сайт. URL: <https://fire.sun.ac.za/about/> (дата звернення 12.05. 2025).
12. Відповідальний за пожежну безпеку. *Навчально-методичний центр цивільного захисту та безпеки життєдіяльності Закарпатської області*: веб-сайт. URL: <https://nmc.dsns.gov.ua/zk/news/ostanni-novini/509> (дата звернення 12.05. 2025).
13. Наказ про призначення відповідальних за пожежну безпеку. *Служба охорони праці*: <https://pro-op.com.ua/article/353-qqq-16-m8-10-08-2016-nakaz-pro-priznachennya-vdpovdalnogo-za-rojejnu-bezpeku> (дата звернення 12.05. 2025).
14. Про затвердження Типового положення про підрозділ з питань цивільного захисту суб'єкта господарювання: Наказ МВС України від 20.04.2017 № 325. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0626-17#Text> (дата звернення 12.05. 2025).

УДК 631.362

ІНТЕГРАЦІЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ У ВІБРООЧИСЛІ МАШИНИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Галич І.В. к.т.н. доцент, Рева Ю.В., Лук'яненко О.В. аспіранти

Державний біотехнологічний університет

The theses present an overview of the integration of mechatronic systems into grain cleaning equipment to enhance vibration stability and energy efficiency. Experimental results confirm increased cleaning precision, reduced wear, and improved adaptability to changing loads.

Дослідження спрямоване на аналіз ефективності застосування

мехатронних систем у віброочисних машинах для очищення насіння сільськогосподарських культур. Основна увага приділена застосуванню сенсорів, контролерів і програмного забезпечення для корекції параметрів роботи машин залежно від умов навантаження [1]. Ці системи дозволяють забезпечити стабільність вібрацій, енергоощадність та зменшення зносу компонентів [3].

Методи дослідження базуються на використанні технічних рішень компаній Bosch Rexroth, Honeywell, Alapala, Satake, Siemens і Mitsubishi. Випробування проводили з використанням насіння пшениці, ячменю, кукурудзи й гороху. Результати обробляли за допомогою сенсорів Kistler, систем збору даних National Instruments та MATLAB [4].

Інтеграція мехатроніки дозволила знизити засміченість до 1–3%, підвищити ефективність очищення до 95%, зменшити зношення деталей на 50%, збільшити термін служби з 5 до 8 років [5]. Автоматичне регулювання вібрацій адаптується до навантажень 500–1000 кг/год. Контроль температури, вологості та амплітуди вібрацій підвищує безпеку та стабільність процесу [2].

У межах експериментальних досліджень також було виявлено, що стабілізація коливального процесу з використанням замкнених контурів керування значно зменшує ризик розбалансування сита та його руйнування при інтенсивному навантаженні. Оптимізація режимів роботи через алгоритми машинного навчання сприяє збереженню ефективності очищення навіть за змінних характеристик матеріалу, що очищується.

Крім того, застосування цифрових двійників віртуальних моделей машин дозволило ще на етапі проектування передбачити критичні точки вібраційного навантаження та адаптувати конструкцію до прогнозованих умов експлуатації. Це особливо важливо в умовах інтенсивної сільськогосподарської діяльності, де техніка працює з підвищеними навантаженнями та високим зносом.

Отримані результати підтверджують доцільність модернізації існуючого обладнання, а також є базою для створення нового покоління віброочисних машин із підвищеною адаптивністю та надійністю.

Список використаних джерел

1. Гавва І.Я. *Теорія сільськогосподарських машин*. Харків: Факт, 2020. С.112.
2. Ishchenko V. *Main technological adjustments of grain cleaning machines*. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/1946-osnovni-tekhnologichni-rehuliuvannia-zernoochysnykh-mashyn.html>
3. Hassan I.U., Panduru K., Walsh J. *An in-depth study of vibration sensors for condition monitoring*. *Sensors*, 2024, vol. 24, no. 3, 740. <https://doi.org/10.3390/s24030740>
4. Kharchenko S. *Influence of physical and constructive parameters on durability of sieves of grain cleaning machines*. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 2022, vol. 16(6), pp. 156-165. <https://doi.org/10.12913/22998624/156128>
5. Ma Z. *Durable testing and analysis of a cleaning sieve based on vibration and strain signals*. *Agriculture*, 2023, vol. 13(12), 2232. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122232>

Секція 5

**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ
ТА ОБЛАДНАННЯ**

UDC 519.6:001.5

SOLVING PROBLEMS OF LAYOUT SYNTHESIS OF TECHNICAL SYSTEMS

D. Levkin¹, O. Zavgorodniy², Ya. Kotko³

Candidate of Engineering Science, Associate Professor¹

Doctor of Technical Sciences, Professor²

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor³

State Biotechnological University

The report presents the main and applied problems of the layout synthesis of technical systems containing sources of physical field influence. Mathematical models and computational methods for their implementation form a computational structure, which is advisable to use to improve the efficiency of many technological processes.

In the theory of synthesis of complex systems, a special place is occupied by the problems of synthesis of technical systems containing concentrated, moving sources of loading of physical fields. This is primarily due to the fact, that in such systems, boundary value problems with differential equations describe not one, but several physical processes. Therefore, it is important that these boundary value problems could be applied to solve as many particular problems as possible in various scientific fields. To develop effective methods for designing technical systems, correct boundary value problems with differential equations are needed that describe their state. The problem of obtaining correctness conditions for boundary value problems is most urgent due to the increase in the detailing of optimized systems that are exposed to the influence of sources of physical fields. When formalizing computational and applied optimization mathematical models, taking into account the structure of the objects under study, technical characteristics of devices and impact modes will undoubtedly increase the accuracy of the solution of the main optimization problem of layout synthesis of technical systems containing loading sources, however, it will also complicate the methods of implementing computational and applied optimization mathematical models [1, S. 81–88]. An example of the main optimization problem is a classical problem of geometric design, which consists in the optimal placement of sources of physical fields (without self-intersection) in the original limited area. Restrictions are set on the size of the original area, the location of the sources of impact, technical characteristics of the means of impact (intensity of impact, radiation energy etc.). Let us consider several examples of applied optimization problems for technical systems, which are special cases of the main optimization problem:

- the problem of optimal placement of industrial enterprises emitting pollutants into the atmosphere in a given area. Restrictions are imposed on the spatial dimensions of the initial area of placement of industrial enterprises, the location of industrial enterprises, and, in addition, on the total level of environmental pollution in this region;
- when solving the general problem of heat exchange in the layout synthesis of a reactor, it is necessary to optimize not only the number of loading sources of different diameters and heat release, but also to specify their optimal placement in a given area.

The distances (fixed, identical or different), the location of heat release sources, the dimensions of the initial area of placement of sources are specified;

- the problem of calculating and optimizing the technical parameters of impact sources on multilayer systems. Restrictions are set on the technical parameters of impact devices, on the parameters of the object that is exposed and on the target function. To analyze the fulfillment of constraints on the target function, it is necessary to solve boundary value problems with differential equations that model such systems, therefore, the most labor-intensive analysis is the constraints on the values of the target function [2, S. 21–40];

- a classic cutting task: it is necessary to minimize waste when cutting a fixed size of material into cutting areas of different shapes. For practical use of the material, restrictions are set on the original cutting area of the material and on the parts of the material to be cut.

To solve these and other problems, it is necessary to apply an interdisciplinary approach based on well-known computational methods [3, S. 221–226]. The reduction of the control problem to optimization problems occurs at the stage of numerical implementation of applied optimization mathematical models. Note that an increase in the detail of the modeled system when developing boundary value problems will complicate the implementation of not only computational but also applied optimization mathematical models. Numerical methods for the implementation of applied optimization mathematical models are selected taking into account the features of applied optimization mathematical models and boundary value problems, the type of the objective function, the system of constraints on the objective function and its parameters. For example, to solve boundary value problems with heat conductivity equations, it is advisable to use the Fourier method of separated variables, to search for and enumerate local extrema of the objective function – the step method and the method of directed enumeration of local extrema. This will increase the accuracy of the solution of the main optimization problem of finding the optimal parameters of the objective function, which will improve the accuracy and speed of operation of many technological processes.

References:

1. Virchenko, G.A., Lynok, N.M. (2021). Optymizatsiia vyrobnychykh tekhnichnykh system zasobamy strukturno-parametrychnogo modeliuvannia. *Prykladna geometriia ta inzhenerna grafika*. No. 100. S. 81–88. <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2021.100.81-88>
2. Gavrysh, V.I. (2024). Matematychni modeli lokalnogo nagrивання elementiv elektronnykh prystroiv. *Elektronne modeliuvannia*. Vol. 46. No. 1. S. 21–40. <https://doi.org/10.15407/emodel.46.01.021>
3. Levkin, D., Kravtsov, A., Zavgorodniy, O., Kotko, Ya. (2025). Solution of nonlinear optimization problems of heat transfer theory. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. Vol. 347. No. 1. S. 221–226. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-347-29>

UDC 621.311

MATHEMATICAL MODEL FOR RELIABILITY ANALYSIS OF POWER EQUIPMENT WITH CONTROL ACTIONS

Smetankina N.V. Doctor of Technical Sciences, Professor

Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine

A mathematical model for calculating the reliability of power systems taking into account the influence of control actions is proposed. The model is based on the application of statistical methods of data collection, analysis of data processing models and can be used in the development of recommendations for extending the service life of generating systems.

Design, maintenance and operation of any functional unit are based on the analysis of its reliability [1–3]. It is possible to estimate reliability indices using a probabilistic approach. The main fundamental problem in reliability analysis is the uncertainty in the occurrence and consequences of failures [4–6]. There are two approaches to reliability assessment: probabilistic and deterministic ones [7–9]. The probabilistic approach is based on statistical modeling of failures without detailing the causes. The deterministic approach identifies the cause of failure of a subsystem with the possibility of further prevention of repeated failure [10–12].

The lack of a unified system for forecasting failure of power equipment elements of power plants under the random nature of defects leads to a decrease in reliable and safe operation of the equipment as a whole. Determination of the actual technical condition of the main and auxiliary specific equipment or the entire power plant is determined by the technical condition of equipment elements. Determination of residual life can be assessed using statistical methods. Damageability statistics in assessing the uptime performance of various functional units plays an important role in managing the reliability of boiler equipment, aimed at achieving the required level of reliability of the most damaged individual elements and resource-determining functional units of the main equipment of power plants and power systems [11, 12].

The mathematical model of reliability calculation taking into account control actions is based on the following assumptions and preconditions [13–15]. Calculation of reliability indicators is carried out in accordance with the design documentation. The elements of power equipment having serial production are considered. In case of failure to achieve the required level or other technical characteristics and identifying the cause of failure, constructive changes are carried out. Structural element changes are complex, that is, not only the element, the cause of failure of which is identified, but also other elements of the design, directly related to each other by functional dependence. It should be borne in mind that new changes in the design parameters of reworked elements are correlated with the element whose cause of failure is known, and directly affect the output characteristic of this element and thus indirectly affect the output characteristic of the product as a whole.

Correlation dependence of reworked parameters is represented as a sum of

products of correlation coefficients between elements at the time of rework on the output characteristics of the element or product at the time of rework. Control parameters can be represented as functions of the controls themselves and their derivatives. That is, based on the results of design and testing of the product-analog, it is possible to construct functional dependencies and correlations reflecting changes in design parameters, as well as their influence on the output characteristics of elements or the product as a whole. When designing and testing a new product, when statistical data are not available, functional dependencies and correlations are determined by calculations. The adopted assumptions and preconditions allow matrix calculus to be used in the development of the mathematical model. With this approach to problem solving, it is possible to obtain a system of linear equations that provide finding control actions in explicit form.

The control law is selected on the basis of practical considerations, and the desired dynamics of the output characteristic is determined by the results of calculation of the reliability of this characteristic in the form of failure rate, probability of failure-free operation and other parameters, represented as a change in function in time for a given period of operation. In case of unrealizability, the control parameters obtained on the basis of the calculated data are corrected by carrying out additional calculations when changing the corresponding calculated parameters or changing the dynamics of the output characteristic, as well as by correcting the operating period. At the development stage, when the product is tested or operated and failures occur, a data table is compiled in the form of state parameters with calculated and experimental values. The results of the obtained data allow predicting the change in the failure flow parameter and the unscheduled repair rate during further operation.

Before finalization the parameters of the failed element, as well as the elements associated with functional dependence and correlation coupling are corrected. After that, taking into account the selected control law and provided that the control parameters exceed the permissible values, adjust the technical documentation and continue testing. If after testing the finalized unit or system in the amount equal to the same, which they passed before finalization, the failure of this type of modification does not occur, then the modification is considered effective. If the failure recurs, the failed element shall be replaced with a structurally new one and the test procedure shall be repeated.

The results obtained in the work can be used at the stage of design of structural elements and development of practical recommendations in order to extend the service life of generating systems, as well as to improve repair programs of power equipment according to the actual technical condition on the basis of digital technologies.

The results of this work were partially obtained as part of the research work under the Target Scientific and Technical Program of Defense Research of the National Academy of Sciences of Ukraine for 2025, code of program classification of expenditures 6541230 (applied research).

References:

1. Місюра С.Ю., Сметанкіна Н.В., Місюра Є.Ю. Рациональное моделирование крышки гидротурбин для анализа мощности. *Вісник НТУ «ХПИ». Сер.: Динаміка і міцність машин*. 2019. № 1. С. 34–39.
2. Smetankina N., Kravchenko I., Merculov V., Ivchenko D., Malykhina A. Modelling of bird strike on an aircraft glazing. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering. Series “Advances in Intelligent Systems and Computing”*. Springer, Cham, 2020. Vol.1113. P. 289–297.
3. Merculov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.
4. Gontarovskiy P., Smetankina N., Garmash N., Melezhyk I. Numerical analysis of stress-strain state of fuel tanks of launch vehicles in 3D formulation. *Lecture Notes in Networks and Systems. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2020*. Springer, Cham, 2021. Vol. 188. P. 609–619.
5. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Misura S.Yu., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Optimal design of layered cylindrical shells with minimum weight under impulse loading. In: *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2021. P. 506–509.
6. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угрімов С.В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатоплощового оскління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон, 2016. № 3(58). С. 408–413.
7. Shupikov A.N., Smetankina N.V., Sheludko H.A. Selection of optimal parameters of multilayer plates at nonstationary loading. *Meccanica*. 1998. Vol. 33, No. 6. P. 553–564.
8. Шелудько Г.А., Шупіков О.М., Сметанкіна Н.В., Угрімов С.В. Прикладний адаптивний пошук. Харків: Око, 2001. 191 с.
9. Smetankina N., Ugrimov S., Kravchenko I., Ivchenko D. Simulating the process of a bird striking a rigid target. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham, 2020. P. 711–721.
10. Smetankina N.V. Non-stationary deformation, thermal elasticity and optimisation of laminated plates and cylindrical shells. Kharkiv: Miskdruk Publishers, 2011. 376 p.
11. Сметанкіна Н.В., Мисюра С.Ю., Линник А.В. Влияние предварительно напряженного состояния на частоты несущих конструкций гидротурбин. *Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Динаміка і міцність машин*. Харків, 2018. Т. 1, № 38. С. 42–48.
12. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Modeling of non-stationary temperature fields in multilayer shells with film heat sources. In: *2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2020. P. 242–246.

UDC 621.311, 004.942

MATHEMATICAL MODELING OF STRUCTURE BEHAVIOR UNDER RANDOM LOADING

Smetankina N.V. Doctor of Technical Sciences, Professor,

*Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy
of Sciences of Ukraine,*

Sychova T.O. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

Sychov A.I. Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

State Biotechnological University

A method of probabilistic estimation of service life of structures operating under asymmetric random or harmonic loading is developed. A model of mean square deviations of stresses that takes into account loading asymmetry for the operational loading process is proposed.

The solution of problems on further increase of reliability of machines and apparatuses operating under vibration conditions, while reducing their material intensity is closely related to ensuring their fatigue life [1–3]. During operation, structural elements of aircraft, automobile and railway transport are exposed to vibration loads, which, as a rule, are random in nature [4–6]. At the same time dynamic loads are complicated by asymmetry of the loading process in view of static loads [7, 8]. Prolonged vibration action can lead to qualitative changes in structures, most of which are of fatigue nature.

One of the indicators of structural perfection is their minimum possible weight while maintaining operational qualities. Weight reduction, especially for aircraft, is associated with a decrease in the safety factors of their elements, which significantly increases the requirements for the accuracy of fatigue life calculation methods, taking into account the structure of active processes, their mathematical expectation and a given probability of failure. The complexity of the equipment used and the duration of tests testify to the prospect of research in this area.

The general problem of designing a structure that meets the requirements of a given service life and vibration durability can be presented in the form of problems of calculating the loading of its elements in real operating conditions and determining their fatigue life and safety margins.

The existing methods of fatigue life calculation under random loading can be divided into methods using the fatigue curve obtained under harmonic action and methods based on the use of fatigue curves obtained under random loads. In the first case, as a rule, the calculations use schematization of random processes by one of the existing methods, the essence of which is to divide the random process into blocks of harmonics with different intensities.

In the second approach, the calculation results have the highest reliability; however, such methods are developed only for Gaussian random loading processes and do not utilize the extensive results obtained under harmonic loading.

This paper deals with the calculation of fatigue life under asymmetric Gaussian random loading processes. The aim of the study is to develop a methodology for probabilistic life assessment of structures operating under conditions of asymmetric random or harmonic loading.

A corrective mathematical model of mean square deviations of stresses, allowing to take into account the asymmetry of loading for the operational loading process, is proposed. The method of calculation of service life and cyclic strength of structural elements under the action of asymmetric operational loading process using the proposed corrective model is developed. The methodology allows to predict fatigue characteristics of materials under asymmetric random loading and to take into account changes in durability.

References:

1. Merculov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.
2. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Misura S.Yu., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Optimal design of layered cylindrical shells with minimum weight under impulse loading. In: *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2021. P. 506–509.
3. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Modeling of non-stationary temperature fields in multilayer shells with film heat sources. In: *2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2020. P. 242–246.
4. Smetankina N., Ugrimov S., Kravchenko I., Ivchenko D. Simulating the process of a bird striking a rigid target. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham, 2020. P. 711–721.
5. Kuznetsov B.I., Nikitina T.B., Bovdii I.V., Chunikhin K.V., Kolomiets V.V., Kobylianskyi B.B. The method for design of electromagnetic hybrid active-passive shielding by overhead power lines magnetic field. *Electrical Engineering & Electromechanics*. 2024. No. 4. P. 3–11.
6. Місюра С.Ю., Сметанкіна Н.В., Місюра Є.Ю. Раціональне моделювання кришки гідротурбін для аналізу міцності. *Вісник ХТУ «ХПІ». Сер.: Динаміка і міцність машин*. 2019. № 1. С. 34–39.
7. Kurenkov S., Smetankina N., Pavlikov V., Dvoretzskaya D., Radchenko V. Mathematical model of the stress state of the antenna radome joint with the load-bearing edging of the skin cutout. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 287–295.
8. Kuznetsov B.I., Nikitina T.B., Bovdii I.V., Chunikhin K.V., Kolomiets V.V., Kobylianskyi B.B. The method for design of combined electromagnetic shield for overhead power lines magnetic field. *Electrical Engineering & Electromechanics*. 2024. No. 3. P. 22–30.

UDC 539.3, 621.311

MATHEMATICAL MODELING OF CYLINDRICAL SHELL VIBRATIONS WITH CONSIDERATION OF TEMPERATURE FIELDS

Smetankina N.V., Doctor of Technical Sciences, Professor

*Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy
of Sciences of Ukraine*

Misiura Ie.Yu., PhD in Technics, Associate Professor

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics

Misiura S.Yu., PhD in Technics, Associate professor

*Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy
of Sciences of Ukraine, National Technical University “Kharkiv Polytechnic
Institute”*

*Mathematical models of vibrations of cylindrical shells under the action of
alternating loads and temperature field are proposed. The results of the study can be
used to evaluate the strength and reliability of various structures.*

Numerous processes and phenomena occurring in physical, chemical, biological, economic and social non-equilibrium systems are analyzed by complex systems of differential equations [1–3]. Not only theoretical but also practically important classes of problems arise when there is a need to control the system. But despite the large number of publications, many questions remain open. In industry, structures made in the form of thin single-layer and multilayer shells of rotation are widely used. During operation they can be exposed to force and thermal loads. The problem of reliable operation of structures operating in conditions of intensive thermal and mechanical influences is one of the most important from the practical point of view in modern engineering, and theoretical numerical studies of the occurrence of vibrations in such a structure are also of interest [4–6]. Temperature stresses are among the main factors to be considered when selecting the modes of heating bodies [7-9].

The aim of the study is to build mathematical models of complex vibrations of mechanical systems in the form of flexible cylindrical shells, cylindrical panels on a rectangular plan, which are under the action of alternating loads and temperature field, as well as the creation of effective mathematical methods and algorithms for solving such problems.

To achieve this goal, mathematical models have been developed for vibrations of cylindrical shells and panels on a rectangular plan, located in a temperature field, under the action of distributed or local alternating transverse load and longitudinal periodic loads [10]. An algorithm for numerical realization of vibrational modes for qualitative study of complex vibrations of the above shell systems is proposed. The influence of temperature field and alternating force loads on complex vibrations of shell systems depending on control parameters (amplitude of load excitation, temperature intensity) has been studied. The results of the study can be used to assess

the strength and reliability of structures in various branches of engineering.

References:

1. Kurennov S., Smetankina N., Pavlikov V., Dvoretzkaya D., Radchenko V. Mathematical model of the stress state of the antenna radome joint with the load-bearing edging of the skin cutout. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 287–295.
2. Kuznetsov B.I., Nikitina T.B., Bovdii I.V., Chunikhin K.V., Kolomiets V.V., Kobylanskyi B.B. The method for design of combined electromagnetic shield for overhead power lines magnetic field. *Electrical Engineering & Electromechanics*. 2024. No. 3. P. 22–30.
3. Merculov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.
4. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Misura S.Yu., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Optimal design of layered cylindrical shells with minimum weight under impulse loading. In: *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2021. P. 506–509.
5. Smetankina N., Ugrimov S., Kravchenko I., Ivchenko D. Simulating the process of a bird striking a rigid target. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham, 2020. P. 711–721.
6. Місюра С.Ю., Сметанкіна Н.В., Місюра Є.Ю. Раціональне моделювання кришки гідротурбін для аналізу міцності. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Сер.: Динаміка і міцність машин. 2019. № 1. С. 34–39.
7. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Modeling of non-stationary temperature fields in multilayer shells with film heat sources. In: *2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2020. P. 242–246.
8. Smetankina N., Kravchenko I., Merculov V., Ivchenko D., Malykhina A. Modelling of bird strike on an aircraft glazing. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering. Series “Advances in Intelligent Systems and Computing”*. Springer, Cham, 2020. Vol. 1113. P. 289–297.
9. Malykhina A.I., Merkulov D.O., Postnyi O.V., Smetankina N.V. Stationary problem of heat conductivity for complex-shape multilayer plates. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series “Mathematical modeling. Information technology. Automated control system”*. 2019. Vol. 41. P. 46–54.
10. Smetankina N.V. Non-stationary deformation, thermal elasticity and optimisation of laminated plates and cylindrical shells. Kharkiv: Miskdruk Publishers, 2011. 376 p.

УДК: 303.093/519.866+556.013

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ З МАТРИЧНИМ ОПИСОМ ТА МЕТОД ЇХ ПОРІВНЯННЯ

Качан А.Р., Волошко Д.О. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто клас математичних моделей – ДМДС та використання означеної моделі для побудови ідеалізованої траєкторії системи, що відображає цикл змін даних в умовних балах значень компонентів системи. Наведено переваги використання моделей з матричним описом для структуризації певних вихідних даних багатьох процесів та явищ, описано метод дослідження схожості матричних об'єктів.

Матриці – це один із ключових об'єктів у лінійній алгебрі, який широко використовується не тільки в математиці, а й у фізиці, інженерії, комп'ютерних науках, економіці. У багатьох країнах світу вивчення дисципліни «Вища математика» починається з ознайомленням із Матрицями. Дійсно, матриці, окрім іншого, є ще доволі зручним інструментом при моделюванні. Моделі з матричним описом мають широке застосування у багатьох сферах діяльності, оскільки вони є зручним засобом для формалізованого опису багатьох процесів та систем, а також використання моделей з матричною структурою дозволяє знизити вимоги до вихідного фактичного матеріалу.

Швидкість змін сучасного буття змушує людство все частіше розглядати не статику певних систем, а досліджувати їхню змінність, тобто мати справу з динамічними системами. Під динамічними системами зазвичай розглядають перебудовані у математичні моделі відображення складних економічних, біологічних, механічних та інших систем. Для вивчення таких систем доречно застосовувати дискретні моделі динамічної системи (ДМДС). Дискретна модель – це математична модель, всі змінні і параметри якої є дискретними величинами. З використанням ДМДС з'являється можливість на основі фактичного матеріалу дати опис, у вигляді матриці або графа, структури відносин між компонентами системи. На основі отриманої таким чином структури, для певних початкових умов, можна побудувати ідеалізовану траєкторію системи (ІТС), що відображає цикл змін даних в умовних балах значень компонентів системи. Статистичний аналіз значень цих показників в динаміці створює перспективу усунення проблем, пов'язаних з відмінностями цих значень в різні періоди досліджуваних економічних, біологічних, та інших процесів.

Наведемо приклади застосування ДМДС.

Використовуючи ДМДС можна побудувати, економічні або біологічні системи, які різною мірою зберігають свою стабільність.

Початкова процедура – побудова ідеалізованих траєкторій, що відображають динаміку попиту, пропозиції та ціни на товар в умовах ринкової економіки, або динаміку чисельності видів зоопланктону на різних стадіях евтрофікації (накопичення азоту та фосфору) у водах певного озера.

Визначаються умови, за яких система має стійкий або нестійкий стан рівноваги для економічної системи, або дві стадії евтрофікації для біологічної:

- виокремлюються умови стійкого стану економічної системи, та перша стадія для біологічної системи, яка спостерігається у «стабільний» період – за якого у найближчі роки не наявна загроза масового розвитку у водоймищі токсичних ціанобактерій;

- виокремлюються умови нестійкого стану рівноваги економічної системи, та друга стадія для біологічної системи, яка спостерігалася у «нестабільний» період – такий, за якого у найближчі роки наявна загроза масового розвитку у водоймищі токсичних ціанобактерій.

Мета аналізу та порівняння ДМДС – створення діагностичних процедур для розрізнення стійкого та нестійкого стану ринкової рівноваги, або стабільної та нестабільної стадії водної екосистеми і це є дуже актуальним завданням у сфері забезпечення рівноважної ціни та біобезпеки.

Метою аналізу та порівняння ідеалізованих траєкторії систем для різних станів – є знаходження характерних ознак, які найбільше відображають відмінність між стабільним і нестабільним станами системи. Використання цих ознак дозволяє потім:

- відрізнити інші досліджувані об'єкти, що зображуються у вигляді траєкторій досліджуваної системи;

- скоротити обсяг аналізу (оскільки важливим є дослідження значень саме цих інформативних ознак);

- дати діагноз певних станів досліджуваних систем.

При застосуванні ДМДС є доцільним використання методу дослідження схожості матричних об'єктів. Сутність методу полягає у наступному.

Складаємо дві траєкторії двох різних станів системи за отриманими даними у різні періоди досліджуваного процесу:

$$\begin{aligned} \text{траєкторія першого стану (довжина } m_1) \quad M_1 &= \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m_1} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m_1} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm_1} \end{pmatrix} \\ \text{траєкторія другого стану (довжина } m_2) \quad M_2 &= \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m_2} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2m_2} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nm_2} \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

За траєкторіями M_1 та M_2 обчислюємо вектори:

$$V_1 = \begin{pmatrix} \sum_{k=1}^n \alpha_k \alpha_{k1} \\ \sum_{k=1}^n \alpha_k \alpha_{k2} \\ \vdots \\ \sum_{k=1}^n \alpha_k \alpha_{km_1} \end{pmatrix} \quad i \quad V_2 = \begin{pmatrix} \sum_{k=1}^n \beta_k \beta_{k1} \\ \sum_{k=1}^n \beta_k \beta_{k2} \\ \vdots \\ \sum_{k=1}^n \beta_k \beta_{km_2} \end{pmatrix},$$

де рядки – математичне сподівання для величин a_i та b_j , для яких i від 1 до m_1 , j від 1 до m_2 . $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – параметри.

Для векторів V_1 і V_2 знаходимо дисперсії δ_1^2 та δ_2^2 відповідно, за якими можна встановити комбінацію параметрів (ознак), що найбільше відображають відмінність між двома траєкторіями. Описане відповідає максимальному значенню виразу $|\delta_1^2 - \delta_2^2|$.

Отже, описаний підхід дозволяє реалізувати порівняльний аналіз ідеалізованих траєкторій систем, побудованих на фактичному матеріалі впливу певних факторів на наперед означену систему. Модель ДМДС можна широко застосовуватися у різних сферах (біологія, економіка, медицина і т.ін.) для структуризації у матричні об'єкти (зокрема ідеалізовані траєкторії) систем, які різною мірою зберігають свою стабільність. Сам метод дослідження схожості матричних об'єктів базується на знаходженні модуля різниці дисперсій двох матриць з метою виявлення комбінації або комбінацій характерних ознак, які дозволяють відрізнити, діагностувати та прогнозувати стани системи.

УДК 65.012.14:664

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СОРБЦІЇ-ДЕСОРБЦІЇ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Пак А.В., к.т.н., доц.

ХНУ ім. В.Н. Каразіна

Пак А.О., д.т.н., проф., Онищенко В.М., д.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Застосовано методику дослідження процесу сорбції-десорбції під час зберігання харчової продукції на прикладі желейних кондитерських виробів. Визначено діапазони відносної вологості газового середовища, знаходячись в яких зразки будуть зберігати початковий (рекомендований виробником) вологовміст.

Однією із основних об'єктивних фізичних властивостей харчової продукції, відомості про яку є недостатньо повно дослідженими, являється інформація про стан та структуру системної води, що утримується нею.

Саме стан та структура системної води, форми її зв'язку з сухими речовинами харчової продукції обумовлюють інтенсивність процесів, які змінюють її вихідні властивості. Тому інформація про системну воду надає можливість спрогнозувати необоротні зміни у продукції під час її зберігання, а, також, є вихідною для аналізу виробником рецептури за умови необхідності її раціоналізації.

Однією із визначальних функціонально-технологічних властивостей харчової продукції є її властивість зберігати свої вихідні показники якості.

Збереженість показників якості продукції у високому ступені визначається її гігроскопічними властивостями [1].

Під гігроскопічними властивостями розуміється поведінка продукції у оточуючому газовому середовищі із різною відносною вологістю. Тобто мається на увазі встановлення того, чи відбувається випар системної води зразка (десорбція), чи відбувається поглинання (сорбція) зразком пари води із оточуючого газового середовища. Об'єктивними характеристиками цього масообмінного процесу є ізотерми сорбції та ізотерми десорбції. Ізотерми сорбції та десорбції визначаються за знаходження зразків у вологому газовому середовищі з відносною вологістю із діапазону від 0 до 100%.

Таким чином, об'єктом дослідження є процес масообміну під час зберігання харчової продукції. Дослідження процесу сорбції-десорбції проводились для колоїдних харчових систем – желейних кондитерських виробів.

Слід відмітити, що вихідна вологість желейних кондитерських виробів є проміжною, тобто не є максимально можливою (вологість за відносної вологості повітря 100 %) і не є мінімально можливою (вологість за відносної вологості повітря 0 %), що визначається споживчими вимогами до желейної продукції. Виходячи з цього, для зразків желейної продукції буде відбуватись одночасно і сорбція, і десорбція. Очевидно, для них за прагнення відносної вологості газового середовища до 0 % буде відбуватися десорбція, а за прагнення відносної вологості газового середовища до 100 % буде відбуватися сорбція. Тобто під час знаходження цієї продукції в області мономолекулярної сорбції буде відбуватися її підсихання, а під час знаходження в області набухання – надмірне зволоження. Це тягне за собою погіршення вихідних органолептичних показників якості.

Для з'ясування поведінки зразків желейної продукції під час досягнення ними рівноважного вологовмісту за різної вологості газового середовища досліджено кінетику сорбції-десорбції цих зразків [2]. Кінетики сорбції-десорбції зразків желейної продукції від різних виробників представлені на рис. 1. Отримані вони тензометричним методом в процесі досягнення зразками рівноважного вологовмісту.

Дискретність, з якою наведена тривалість вимірювань, кратна тижню та складає 4 тижні. До кожної із поверхонь, що являють собою кінетики сорбції-десорбції, наведені площини, які відповідають початковому вологовмісту досліджуваного зразка. Початковий вологовміст при цьому є тим вологовмістом, який рекомендується виробником, тобто таким, за якого зразок має вологовміст, що відповідає рекомендованим органолептичним показникам.

З рис. 1 видно, що існує діапазон значень відносної вологості газового середовища, за якого має місце поглинання зразками вологи. Цим значенням відповідає частина поверхні, що знаходиться вище площини, яка відповідає початковому вологовмісту досліджуваного зразка.

При цьому також існує діапазон значень відносної вологості газового середовища, за якого має місце випар системної води із зразка. Цим значенням відповідає частина поверхні, що знаходиться нижче площини, яка відповідає початковому вологовмісту досліджуваного зразка.

Виходячи із такого характеру поведінки кінетики сорбції-десорбції, слідує, що існує такий діапазон відносної вологості газового середовища, знаходячись в якому зразок буде зберігати початковий (рекомендований виробником) вологовміст.

Такими діапазонами відносної вологості газового оточуючого досліджувані зразки середовища є:

- ТМ «Бісквіт-Шоколад» – від 45 до 55 %;
- ТМ «Стимул» – від 45 до 55 %;
- ТМ «Klim» – від 35 до 45 %;
- ТМ «Jelini» – від 45 до 55 %;
- ТМ «Haribo» – від 45 до 55 %;
- ТМ «Roshen» – від 35 до 45 %.

За зберігання у паропроникному упакованні зразків желейної продукції від різних виробників за відносної вологості зовнішнього газового середовища із відповідних наведених діапазонів вологовміст продукції буде зберігатися на рекомендованому виробником рівні. За інших зовнішніх умов зберігання у паропроникному упакованні буде відбуватися або поглинання продукцією пари води із оточуючого середовища, або підсихання продукції через випар системної води, яку вона утримує.

Необхідно відмітити, що ізотерми сорбції-десорбції (рис. 1) не мають яскраво виражених асимптот до осі вологовмісту за відносної вологості більше верхньої межі діапазонів полімолекулярної сорбції. Тобто вище цих меж відбувається тільки набухання зразків. При цьому суттєвим набухання можна вважати для всіх зразків починаючи з відносної вологості газового середовища, що лежить в діапазоні 70...75 %. Це свідчить про можливість зберігання досліджуваних зразків желейної продукції у паропроникному упакованні без псування через надмірну кількість системної води за відносної вологості не більше 70...75 %.

Таким чином, під час вибору упаковання та формулювання вимог до умов зберігання слід враховувати, що зберігатися досліджувана желейна продукція від різних виробників у паропроникному упакованні може без псування за відносної вологості повітря не більше 70...75%. При цьому зберігання у паропроникному упакованні без підсихання продукції або без надмірного її зволоження можливе за діапазонів вологості: ТМ «Бісквіт-Шоколад» – від 45 до 55 %; ТМ «Стимул» – від 45 до 55 %; ТМ «Klim» – від 35 до 45 %; ТМ «Jelini» – від 45 до 55 %; ТМ «Haribo» – від 45 до 55 %; ТМ «Roshen» – від 35 до 45 %. Зберігання досліджуваної желейної продукції за відносної вологості повітря більше 70...75 % або за умови необхідності суворого збереження її вихідного вологовмісту можливе лише у паронепроникному упакованні.

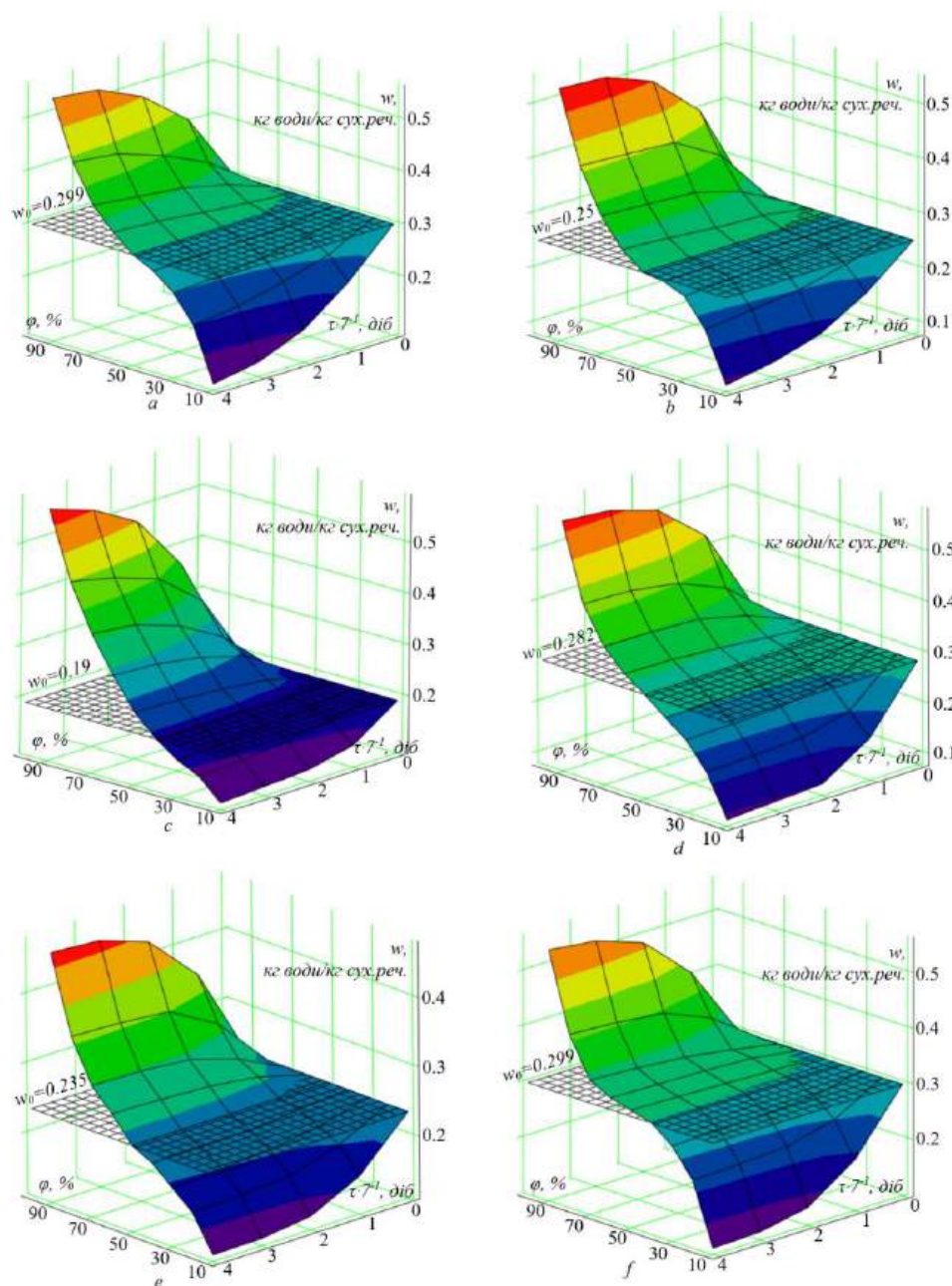


Рис. 1. Кінетики сорбції-десорбції зразків желевної продукції від різних виробників: *a* – ТМ «Бісквіт-Шоколад»; *b* – ТМ «Стимул»; *c* – ТМ «Klim»; *d* – ТМ «Jelini»; *e* – ТМ «Haribo»; *f* – ТМ «Roshen»

Список використаних джерел

1. Погожих, М.І., Пак, А.О., Пак, А.В., Жеребкін, М.В. (2012). Дослідження системної вологи крохмалю зернових культур методом ЕПР. ЕЕJET, Східно-європейський журнал передових технологій, 5/6(59), 62–66. URL: <http://surl.li/eqbaic>
2. Погожих, М.І., Пак, А.О., Чеканов, М.А., Іштван, Є.О., Павлюк, І.М. (2014). Дослідження системної води харчової сировини термодинамічними та молекулярно-кінетичними методами. ЕЕJET, Східно-європейський журнал передових технологій, 5/11(71), 42-46. URL: <https://journals.urau.ua/eejet/issue/archive>

УДК 631.362

АНАЛІЗ УМОВ ВІБРАЦІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ

**Пак А.О. д.т.н. професор, Сіняєва О.В. ст. викл, Крекот М.М. к.т.н., доц.,
Завгородній О.І. д.т.н. професор, Голуб І.В. здобувач ВО**

Державний біотехнологічний університет

Наведено результати аналізу математичного моделювання взаємодії аерованого зернового потоку з робочими органами пневмо вібраційної насіннеочисної машини.

Явища, які проходять в потоці зернової суміші що продувається повітряними струменями на вібруючий шорсткої поверхні деки, яка створює зворотньо-поступальні коливання, дуже складні. Пояснити це можна багато численним зв'язками рухомих частинок суміші, взаємодіючих одна з одною, а також з повітряним потоком і з поверхнями, обмежуючими потік.

На першій стадії важка часточка, яка потрапила в зерновій суміші зверху на шар рухомого сипучого середовища переміщується разом з ним вздовж деки, одночасно внаслідок занурення в суміш і наближаючись до поверхні деки.

На другій стадії важка часточка рухається по поверхні деки вгору назустріч основному зерновому потоку до того часу, поки не вийде через верхній випускний отвір. При цьому важка часточка проходить дві зони, спільна межа яких - це місце надходження на деку вихідної зернової суміші. Першочергово важка часточка рухається в нижній зоні, де сипуче тіло зберігає приблизно однакову товщину, набагато більшу, ніж розміри часточки. Рух в цій зоні необхідно розглядати з розрахунком взаємодії важкої частинки з оточуючими зернами основного потоку.

Подальший рух частинки в верхній зоні (вище місця подачі) відбувається дещо в інших умовах внаслідок зменшення товщини сипучого тіла. При правильному наладженні процесу, частинки легкої фракції не повинні досягати верхнього вихідного отвору, це дозволяє виключати з теоретичного моделювання їх дію на важку часточку.

Основна умова нормального протікання процесу – це переміщення важкої часточки без відриву від поверхні деки. Це особливо важливо для нижньої зони другої стадії, де відрив від поверхні деки важкої частинки супроводжується поверненням її в верхні шари зернового потоку, що створює небезпеку виходу часточки з деки разом з очищеним зерном.

Перша стадія процесу залежить в основному від правильно вибраної довжини робочого каналу. Як встановлено дослідами, занурення важких в аерованому вібруючому сипкому шарі відбувається в значно більшій області зміни основних параметрів процесу, ніж при їх переміщенні вгору по деці. внаслідок цього ефективно протікання другої стадії можливо тільки в вузькому діапазоні зміни параметрів процесу, а практичне налаштування машини на оптимальний режим потребує врахування декількох одночасно діючих факторів.

Вище зазначене дозволяє вважати, що розгляд умов вібраційного

переміщення частинок в аерованому потоці зернової суміші - це основна задача як теоретичного, так і експериментального дослідження.

$$\begin{cases} m\ddot{x} = mA\omega^2 \cos \beta \sin \omega t - mg \sin \alpha - fN; \\ m\ddot{y} = mA\omega^2 \sin \beta \sin \omega t - mg \cos \alpha + N + P_B. \end{cases} \quad (1)$$

$$\ddot{z}_{\pm} = a_{\pm} (\sin \delta - z_{\pm}), \quad (2)$$

$$a_{\pm} = A\omega^2 \frac{\cos(\beta \mp \rho)}{\cos \beta}, \quad (3)$$

$$z_{\pm} = \frac{g}{A\omega^2} \cdot \frac{[\sin(\alpha \pm \rho) \mp p \sin \rho]}{\cos(\beta \mp \rho)}, \quad (4)$$

Велечину p визначаємо за формулою

$$p = \frac{P_B}{mg}. \quad (5)$$

$$\xi = \left(\frac{d_L}{d_T} \right) \left(\frac{\rho_L}{\rho_T} \right). \quad (6)$$

Тобто ефективність сепарації залежить від еквівалентного діаметра, щільності і коефіцієнту тертя важкої частки відносно легкої, а також від кута нахилу деки і величини повітряного потоку.

$$\mathcal{G} = A\omega \cos \beta \cos \varepsilon \sqrt{1 - \left(\frac{\varepsilon z}{\sin \varepsilon} \right)^2} \left[\frac{2}{\pi} \operatorname{tg} \beta \left(\operatorname{tg} \varepsilon - \varepsilon + \frac{\pi}{2} \right) - 1 \right]. \quad (7)$$

Для визначення середньої швидкості часточки можна застосовувати формулу (7), якщо дотримано умову безвідривного режиму

$$\frac{A\omega^2}{g} \leq \frac{\cos \alpha - p}{\sin \beta}. \quad (8)$$

Експериментальні дослідження показали, що швидкість транспортування тяжких (мінеральних) частинок в верхній вихідній зоні робочого каналу в тонкому шарі практично не залежить від повітряного режиму. Наприклад, збільшення швидкості повітряного потоку від 0 до 2,4 м/с несуттєво зменшують середню швидкість важкої частинки v_k .

Експериментальні данні і результати розрахунку за формулою (7) знаходяться в прямій і достатньо тесній кореляційній залежності: коефіцієнт кореляції складає 0,91.

Обов'язковою умовою розділення важких і легких частинок – це одночасне транспортування їх в протилежних напрямках в другій стадії процесу. Для визначення напрямлення середньої швидкості було введено безрозмірний коефіцієнт B

$$B = \left| \frac{s_+}{s_-} \right|. \quad (9)$$

Як бачимо цей коефіцієнт дорівнює по абсолютній величині відношенню переміщення частинки верх до переміщення її до низу по деці за період коливань

Список використаних джерел

1. Гортинский В.В. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях / В.В. Гортинский, А.Б. Демский, М.А. Борискин. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
2. Бакум М.В. Дослідження впливу параметрів вібро-пневматичного сепаратора на якісні показники його роботи / М.В. Бакум, М.М. Крекот, О.В. Сіняєва, І.С. Сільонов. Технічний прогрес в АПВ: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 9-10 травня 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. с. 60-61

Секція 6

**НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
МАТЕРІАЛИ В СЕРВІСНІЙ
ІНЖЕНЕРІЇ ТА
МАШИНОБУДУВАННІ**

УДК 796.412-057.87

ВДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧИХ МЕТОДИК ОБҐРУНТУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В СЕРВІСНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

Бантковський В.А. доцент, Обихвіст В.С., Данилко Л.Ю. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

У роботі розглянуто методичні аспекти найбільш достовірного визначення техніко-економічної ефективності інвестиційних заходів та проектів на основі порівняльного аналізу існуючих положень, теоретичних та практичних підходів стосовно визначення кількісних та якісних показників конкурентоспроможності та ефективності інвестиційної діяльності ремонтно-обслуговуючих підприємств різних форм власності, виявлення дійсних проблем інвестиційної діяльності підприємств в Україні та визначення шляхів підвищення конкурентоспроможності сервісних підприємств галузевого машинобудування.

Інвестиційна діяльність підприємства являє собою сукупність практичних дій, цілеспрямовано здійснюваний процес формування необхідних інвестиційних ресурсів, збалансований, відповідно до обраних параметрів інвестиційної програми на основі вибору нагальних, ефективних об'єктів інвестування, а також якісне та доцільне використання існуючих, максимально можливих, інструментів забезпечення їх реалізації [1].

Інвестиції, що спрямовуються на створення (придбання), реконструкцію, технічне переоснащення основних засобів, очікуваний строк корисної експлуатації яких перевищує один рік, здійснюються у формі капітальних вкладень.

У деяких існуючих методиках визначення ефективності інвестиційної діяльності підприємств технічного сервісу капітальні вкладення розглядаються як вкладення капіталу у відтворення основних засобів як виробничого, так і невиробничого характеру. Проте, водночас, інвестиції можуть здійснюватися й у приріст обігових активів, в різноманітні фінансові інструменти, в окремі види нематеріальних активів. Отже, капітальні вкладення є більш вузьким поняттям і можуть розглядатися лише як одна з форм інвестицій, але не як їх вичерпне визначення. Враховуючи існуюче законодавче визначення сутності поняття інвестицій, необхідно та доцільно розглядати їх як активи підприємства, які направлені на вкладання їх в господарські операції з метою забезпечення життєдіяльності підприємств [1, 2].

Інвестиції, що спрямовуються на створення (придбання), реконструкцію, технічне переоснащення основних засобів, очікуваний строк корисної експлуатації яких перевищує один рік, здійснюються у формі капітальних вкладень.

У деяких існуючих методиках визначення ефективності інвестиційної

діяльності підприємств технічного сервісу капітальні вкладення розглядаються як вкладення капіталу у відтворення основних засобів як виробничого, так і невиробничого характеру. Проте, водночас, інвестиції можуть здійснюватися й у приріст обігових активів, в різноманітні фінансові інструменти, в окремі види нематеріальних активів.

Отже, капітальні вкладення є більш вузьким поняттям і можуть розглядатися лише як одна з форм інвестицій, але не як їх вичерпне визначення. Враховуючи існуюче законодавче визначення сутності поняття інвестицій, необхідно та доцільно розглядати їх як активи підприємства, які направлені на вкладання їх в господарські операції з метою забезпечення життєдіяльності підприємств [3, 4, 5, 6].

Галузева структура капітальних вкладень - це співвідношення капітальних вкладень у різних галузях народного господарства, виражене у відсотках. Вона визначає напрям, рівень і темпи розвитку окремих галузей і народного господарства в цілому. Такий стан галузевої структури інвестицій в промисловість обумовлений двома основними чинниками: високим попитом на продукцію первинної переробки на зарубіжних ринках і обмеженим кінцевим попитом на внутрішньому ринку, особливо на продукцію машинобудування і легкої промисловості. Тому поживавлення інвестиційної діяльності і відповідні зміни в структурі промисловості залежать від тенденції макроекономічної стабілізації [3, 4].

Галузеву структуру формують відповідна державна політика і господарська діяльність, використовуючи сучасні методи управління відтворювальним процесом, визначаючи джерела інвестицій, необхідні обсяги і напрями вкладень в структуроутворення виробництва і ринку [3].

Показники ефективності інвестицій характеризують економічні, фінансові, соціальні, екологічні результати і господарську доцільність їх здійснення. Розрахунки показників економічної ефективності необхідні при обґрунтуванні вибору різних напрямів відтворення власних фінансових коштів підприємства. Для обґрунтування рішень по конкретних діях інвестиційного характеру, а також виявлення конкретних резервів підвищення ефективності інвестицій розраховуються і аналізуються як узагальнюючі показники (окупність інвестицій, питомі капітальні вкладення), так і окремі показники ефективності (собівартість продукції, продуктивність праці, фондівіддача, матеріаломісткість і енергоємність продукції). Розрізняють загальну (абсолютну) і порівняльну ефективність капітальних вкладень. Абсолютна ефективність капітальних вкладень показує загальну величину їх віддачі на підприємстві. Її розрахунки необхідні для оцінки очікуваного або фактичного ефекту від реальних інвестицій за певний період часу [4].

Порівняльна ефективність капітальних вкладень визначається за наявності декількох варіантів інвестування виробництва. Вона характеризує економічні, соціальні переваги одного проекту в порівнянні з іншими, розрахунок проводиться з метою визначення кращого з можливих варіантів інвестування виробництва:

а) по діючому підприємству:

$$Едп = ПП/I \quad (1)$$

де ПП – приріст прибутку (зниження собівартості), викликаний капітальними вкладеннями; I – обсяг інвестицій;

б) по підприємству, цеху, об'єкту, що будується, (Ебп):

$$Ебп = Пзаг/I, \quad (2)$$

де Пзаг – загальна сума прибутку.

Приріст прибутку необхідно і доцільно визначати як різницю величини прибутку по кінцевих роках попереднього та інвестиційного періоду.

За державними інвестиціями капіталовкладення визнаються ефективними, якщо отримані значення коефіцієнтів Едп і Ебп не менше коефіцієнта, централізовано встановленого Міністерством економіки України за певний період (горизонт індикативного планування).

Одночасно визначається термін окупності по діючому підприємству:

$$Т_{д.п} = 1/Е_{д.п} = I/ДП, \quad (3)$$

по підприємству, що будується:

$$Т_{бп} = I/Пзаг. \quad (4)$$

При виборі варіантів інвестування (порівняльна ефективність) необхідно враховувати, що інвестування проводиться в різні терміни, а цінність витрат змінюється в часі. З урахуванням цього витрати різних років приводять до одного моменту часу за допомогою коефіцієнта приведення (б):

$$б = (1 + r)^T - i, \quad (5)$$

де r – норма дисконту; T – період часу, до якого приводяться витрати; i – період часу, в якому були здійснені дані витрати [4, 5].

Величина нормативу дисконтування залежить від мінімальної норми прибутку на капітал, темпів інфляції, рівня ризиків та інших чинників. Такі розрахунки необхідно виконувати при підготовці проектів, в яких обґрунтовується фінансова ефективність інвестицій, що відображає фінансові наслідки реалізації проекту для інвестора і учасників інвестиційного процесу.

В ході даного дослідження нам вдалося відокремити заходи підвищення конкурентоспроможності ремонтно-обслуговуючих та фірмових сервісних центрів галузі машинобудування, а саме: нарощування обсягів виробництва та розширення асортименту продукції та сервісних послуг, підвищення їх якості та конкурентної здатності; модернізація виробничого процесу; посилена увага до зменшення витрат підприємства; продуктивна робота з потенційними замовниками для максимально точного визначення рівня технічних та технологічних вимог до продукції, якості надання сервісних послуг; залучення додаткових фінансових ресурсів шляхом укладання договорів, що передбачають поетапну оплату виготовленої продукції.

Результатами дослідження слід вважати наступні висновки:

на основі порівняльного аналізу різних методик оцінки інвестиційної діяльності, можливо зробити висновок, що найбільш ефективнішим є їх

застосування разом. Не можна виділити один із методів, адже кожен із них дає нам різні дані. Тому при оцінці ефективності інвестицій доцільніше застосовувати одразу декілька методів, що сприятиме отриманню чіткіших результатів.

встановлено залежність конкурентоспроможності фірмових сервісних підприємств від кількості залучених капітальних інвестицій та їхньої ефективності та з'ясовано, що окрім власних, підприємства відчують гостру потребу у залученні інвестицій з інших країн;

на сьогоднішній день інвестиційний ринок України є досить слабким та ненадійним. Його діяльність є малоефективною, відсутня єдина система діяльності на ньому. Це є перешкодою для активної співпраці між підприємствами та потенційними інвесторами;

при вивченні проблем залучення капітальних інвестицій, було виокремлено фактичну відсутність цілісної ефективної системи, яка могла б сприяти побудові міцних стосунків між суб'єктами інвестиційної діяльності в Україні. Гострим залишається питання довіри інвесторів та забезпечення їх гарантіями, тому було запропоновано методи вирішення даних проблем;

отже, на конкурентоспроможність підприємства впливає чимало як зовнішніх, так і внутрішніх факторів. Інвестиційна діяльність підприємства посідає одне з ключових місць у ринковій конкурентній боротьбі.

Список використаних джерел

1. Про інвестиційну діяльність: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1560-12>.
2. Податковий кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>.
3. Економіка ремонтного підприємства Підручник. /В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, А.П. Луценко, В.А. Польотов, В.Г. Рижков; За ред. В.К. Аветісяна – Харків, ХНТУСГ, 2005 – 374 с.
4. Економіка підприємства: навчальний посіб. для студентів закл. вищ. освіти / Н.М. Колпаченко, Ю.А. Сайчук, В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло. – Харків: Діса плюс, 2019. – 277с.
5. Оптимізація виробництва в машинобудуванні: навчальний посіб. для студентів закл. вищ. освіти / Н.М. Колпаченко, Ю.А. Сайчук, В.К. Аветісян, В.А. Бантковський, В.Л. Маніло. – Харків: Діса плюс, 2020. – 250 с.
6. Організаційні форми технічного сервісу та прогноз їх розвитку в ринкових умовах господарювання в агропромисловому комплексі України. Рекомендації. / М.В. Молодик, А.М. Моргун, Л.І. Шаповал та ін. – Київ: ННЦ ІМЕСГ, ХДТУСГ, 2005. – 172 с.

УДК 621. 879

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА МАТЕРІАЛИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ЕКСКАВАТОРІВ

Борак К.В. д.т.н. професор

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Умінський О.В. аспірант

Поліський національний університет, м. Житомир

Робочі органи екскаваторів виготовляються зі спеціальних зносостійких матеріалів. Корпуси ковшів – з високоміцних легованих сталей (типу Hardox 400/450), ріжучі кромки та накладки – з надтвердих сталей (500 HB і більше, зуби – зі зносостійких загартованих сталей або сплавів, здатних чинити опір абразивному зношуванню. Конструктивно застосовуються змінні і захисні елементи (зуби, сегменти, бокорізи, накладки), які беруть на себе основний знос і можуть легко замінюватися.

Основним робочим органом екскаватора є ковш, конструкція і оснащення якого визначаються специфікою виконуваних робіт. Екскаваторний ковш зазвичай має форму ковша (черпака) з відкритою фронтальною частиною. Передній край ковша утворює ріжучу кромку, яка під час копання врізається в ґрунт. На цій кромці закріплюються змінні зуби – загострені насадки, що безпосередньо контактують з породою. Зуби, як правило, кріпляться на ковші за допомогою спеціальних адаптерів і штифтів (замків), що дозволяє швидко замінювати їх у разі зношування. Окрім зубів, на ковші можуть бути встановлені інші знімні елементи: наприклад, бокові різці (кутові зуби або бокові ножі) на бічних стінках ковша для захисту та кращого прорізання ґрунту, а також додаткові накладки на днище ковша (так звані лиски або полози) для запобігання стиранню днища. Конкретна конструкція ковша залежить від типу екскаватора і характеру робіт. Для екскаваторів-завантажувачів (навантажувачів з зворотною лопатою) і кар'єрних екскаваторів (прямої лопати) ковші мають дещо різну форму та спосіб кріплення, але принципово складаються з аналогічних елементів. Так, у екскаватора типу backhoe (зворотна лопата) ковш кріпиться шарнірно до руків'я і загрибає ґрунт рухом "на себе" (тобто ковш заглиблюється вниз і потім тягнеться назад під стрілу). У екскаватора типу face shovel (пряма лопата, частіше у великих кар'єрних машинах) ковш закріплений навпаки "догори дном" і зачерпує породу рухом "від себе" (відкидаючи ґрунт вперед). В обох випадках фронтальна частина ковша має зуби й виконує роль різального інструменту. Кар'єрні ковші прямої лопати зазвичай більш місткі та оснащені більшим числом зубів, що дозволяє розподілити навантаження. Інженери-конструктори екскаваторного обладнання постійно оптимізують геометрію ковша для поліпшення продуктивності та довговічності. Зокрема, важливими параметрами є кут атаки різальної кромки (кут, під яким кромка входить у ґрунт), форма профілю ковша (глибина, радіус закруглення днища), співвідношення

ширини і місткості. Правильно спроектований ковш забезпечує легке врізання в ґрунт і наповнення, а також рівномірний розподіл навантажень по своїй структурі. Щоб підвищити міцність ковша, в конструкції передбачають ребра жорсткості – додаткові приварені пластини чи профілі, що укріплюють найбільш навантажені зони (наприклад, місце переходу днища в спинку ковша). Для «скельних» ковшів ребра жорсткості особливо характерні: вони запобігають деформаціям і розтріскуванню ковша під дією ударів та високих навантажень.

Складовою частиною робочого органу є зуби ковша. Вони можуть мати різну форму залежно від типу ґрунту: конічні загострені (так звані “тигрові” зуби) – для твердого ґрунту і скельних порід, плоскі долотоподібні – для змішаного та мерзлого ґрунту, широкі лопатоподібні (зустрічаються як спеціальні насадки) – для м’якого ґрунту, що кришиться, або для планувальних робіт. Зуби встановлюються на ковші у кількості від 3 до 9 і більше (залежно від ширини ковша і розміру машини). Поширеною є схема кріплення зубця, що складається з адаптера (нерухомо привареного або прикрученого до ковша тримача) та змінного наконечника (писака), який насаджується на адаптер і фіксується шпінтом, болтом чи спеціальним замком. Така система дозволяє швидко замінити лише зношений наконечник зубця, зберігаючи адаптер. В екскаваторів малих класів (міні-екскаватори) зуби інколи виготовляються цілними і кріпляться без адаптерів (болтами до кромки), але в крупній техніці переважають розбірні зуби. Різні виробники екскаваторних зубів розробляють власні стандартизовані системи кріплення і форми зубів. Наприклад, компанія Caterpillar має кілька серій зубів (J-series, K-series, Advansys), компанія Komatsu – систему Kmax, Volvo впровадила Volvo Tooth System із фірмовою геометрією. Такі системи суміщаються лише зі своїми адаптерами і враховують особливості конкретних моделей екскаваторів. В останні роки спостерігається тенденція до уніфікації кріплень та підвищення безпеки заміни зубів: все більше систем переходять на безболтове (безударне) кріплення – з фіксацією спеціальними затискачами або клиновими замками, що дозволяє міняти зуби без ударів молотком (знижуючи травматизм та простої). Так, нова система Cat Advansys використовує замки, які можна встановлювати і знімати звичайним гайковим ключем, що прискорює зміну зубів на 50% і більше (за даними виробника). Аналогічно, замкові системи від Komatsu і Escو дозволяють замінити один зубець протягом декількох хвилин прямо на будмайданчику.

Для виготовлення ковшів екскаваторів застосовуються конструкційні сталі підвищеної міцності та зносостійкості. Основний корпус ковша (днище, стінки, спинка) зазвичай виконується зі сталей, що мають високу границю текучості та ударну в’язкість, аби витримувати значні механічні навантаження. Наприклад, використовуються низьколеговані сталі типу 09Г2С або імпорتنі аналоги (Hardox 400, Dillidur тощо) із твердістю близько 360–430 НВ. Такі сталі забезпечують добрий баланс міцності і в’язкості, тобто ковш не ламається під ударом і в той же час його стінки стійкі до стирання. Найбільш навантажені та піддані зносу зони ковша виготовляють із ще більш твердих марок сталі або оснащують додатковими накладками з твердих сплавів. Передня різальна кромка

ковша, на яку кріпляться зуби, часто виробляється з сталевих смуг підвищеної твердості (близько 450–500 HB). Як приклад, компанія Volvo зазначає, що всі ріжучі країки та сегменти її ковшів виготовлено зі сталі твердістю ~500 HB, що значно підвищує їхній ресурс порівняно зі стандартною сталлю 400 HB. За їхніми даними, перехід від 400HB до 500HB дозволяє збільшити строк служби крайок приблизно на 70%. Шведська зносостійка сталь Hardsox міцно завоювала ринок: її використовують багато виробників для кузовів самоскидів, ковшів навантажувачів і екскаваторів. Зокрема, бічні стінки і зубна плита (основана пластина різальної кромки) скельних ковшів часто виготовляються зі сталі Hardsox, яка імпортується зі Швеції та відома поєднанням високої твердості з ударною витривалістю. Різні частини ковша можуть виконуватися з різної товщини і марки сталі – наприклад, днище з товстої міцної, а боковини з більш тонкої, щоб оптимізувати масу конструкції. Зуби ковша виготовляються зі спеціальних легованих сталей або чавунів, здатних протистояти інтенсивному абразивному зносу. Типовий матеріал зубця – ливарна сталь із вмістом марганцю, хрому, молібдену та інших карбідоутворюючих елементів. Широко відома високомарганцева сталь 110Г13Л (Hadfield steel), яка має властивість зміцнюватися при ударних навантаженнях (ефект наклепу): поверхневий шар такої сталі від ударів переходить у твердий аустенітно-мартенситний стан, підвищуючи зносостійкість. Проте останнім часом традиційну марганцеву сталь частково витісняють леговані сталі типу 30X, 40XH та ін., які піддаються загартуванню і відпуску для досягнення твердості ~45–55 HRC (що еквівалентно ~450–600 HB). Після термічної обробки зуби набувають структуру загартованого мартенситу з певною кількістю залишкового аустеніту, що забезпечує високу твердість і міцність без надмірної крихкості. Для покращення властивостей використовують також біметалеві відливки зубів: коли робоча частина відлита з дуже твердого сплаву, а основа (в районі кріплення) – з більш в'язкого і ударостійкого металу. У деяких моделях міні-екскаваторів зуби виготовляються з високоміцного чавуну (наприклад, модифікованого високоміцного чавуну з кулькоподібним графітом, підданого австемперуванню – ADI), що дає прийнятну зносостійкість при нижчій вартості виробництва. Крім основних матеріалів, важливим є також застосування твердосплавних матеріалів і покриттів для локального зміцнення найбільш зношуваних зон. До таких належать наплавлення твердим сплавом (наприклад, наплавлення порошковою дртоиною з великою часткою карбідів хрому чи вольфраму), нанесення зносостійких покриттів методом термічного напилення (твердих сплавів, кераміки), дифузійне зміцнення поверхні (цементация, борування) та інші методи. В виробничих умовах на нові ковші часто наносять захисні накладки з твердого сплаву – наприклад, пластини з наплавленими карбідами, Chocky-bars (спеціальні модульні бруски зі зносостійкого матеріалу), які можна приварити на тіло ковша. Також застосовують змінні болтові елементи з твердих сплавів – наприклад, у ковшах для дуже абразивних середовищ (гірничих) інколи встановлюють змінні сегменти між зубцями, що виконують роль додаткових різальних елементів і захищають основну кромку від стирання.

УДК 539.217

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРИСТИХ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ОСНОВІ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ ЗБІЛЬШЕНОЇ ВИСОТИ МЕТОДОМ КОНТРОЛЬОВАНОГО СПІКАННЯ

Калюжний О.Б. к.т.н. доцент, Конопля Є.М., Стасенко І.М. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

Представлено вдосконалений спосіб виготовлення довгомірних пористих фільтрувальних елементів на основі політетрафторетилену. Метод заснований на співвісному спіканні відпресованих заготовок у вертикальну батарею з обмеженим термічним розширенням на 6-10%. Це дозволяє отримувати високоякісні фільтри збільшеної висоти з однорідною структурою та покращеними фізико-механічними характеристиками, недоступними за традиційними технологіями.

Пористі фільтрувальні елементи на основі ПТФЕ широко використовуються у різних галузях промисловості (електронна технологія, хімія, медицина, фармакологія, газовидобування) для тонкого очищення газів, рідин та агресивних розчинів, де неприпустиме використання клейових з'єднань. Існуючі методи виготовлення таких елементів, що включають пресування порошкоподібної суміші полімеру та пороутворювача з подальшим спіканням, мають суттєвий недолік – обмеження максимальної висоти якісних елементів до 250 мм. Це пов'язано з виникненням значного градієнта щільності по довжині заготовки при пресуванні, що призводить до неоднорідності пористості та зниження характеристик довгомірних виробів.

Для подолання цього обмеження та отримання якісних довгомірних фільтроелементів з ПТФЕ був розроблений новий спосіб, заснований на принципі контрольованого спікання зістикованих заготовок. Основна відмінність нового методу полягає у співвісному стикуванні відпресованих заготовок у вертикальну батарею та їх подальшому спіканні за обмеженої можливості термічного збільшення висоти батареї на 6-10%. Цей підхід, який можна назвати методом контрольованого спікання, дозволяє отримувати довгомірні фільтрувальні елементи з покращеними експлуатаційними, структурними та фізико-механічними характеристиками, які неможливо досягти традиційними методами пресування та спікання одиночних заготовок через виникнення градієнта щільності.

Вдосконалений спосіб виготовлення пористих фільтруючих елементів збільшеної висоти включає наступні основні етапи:

1. Підготовка компонентів: Просіювання порошкоподібного ПТФЕ для отримання дисперсного стану та видалення грудок. Підготовка пороутворювача (наприклад, хлориду натрію) з вибором необхідної дисперсності шляхом подрібнення та просіювання.

2. Змішування компонентів: Ретельне перемішування ПТФЕ та пороутворювача у заданому масовому співвідношенні (75-82%

пороутворювача).

3. Пресування заготовок: Отримання окремих заготовок (висотою не більше 200 мм) шляхом двостороннього осьового компресійного пресування композиційної суміші у прес-формі за питомого тиску пресування 100-150 МПа.

4. Контрольоване спікання батареї заготовок: Відпресовані заготовки співвісно стикаються торцевими поверхнями, утворюючи вертикальну батарею. Ця батарея поміщається у спеціальний пристрій, який забезпечує обмеження її термічного збільшення по висоті до 6-10% від сумарної початкової довжини заготовок. Спікання проводиться в електропечі за контрольованого нагріву до температури $360 \pm 5^{\circ}\text{C}$ з подальшою витримкою та охолодженням. Ключовим моментом є виникнення осьового зусилля під час спікання (при температурі плавлення кристалів ПТФЕ, 342°C), яке сприяє міцному дифузійному з'єднанню торцевих поверхонь заготовок в єдиний монолітний фільтроелемент.

5. Видалення пороутворювача: Монолітна охолоджена заготовка занурюється в ємність з проточною (краще підігрітою) водою для розчинення та видалення водорозчинного пороутворювача.

6. Сушка виробу: Готові фільтроелементи сушаться при температурі $110-150^{\circ}\text{C}$ протягом 3-5 годин і більше, можливо, з використанням потоку підігрітого повітря.

Основною перевагою даного методу є можливість отримання високоякісних довгомірних фільтрувальних елементів зі збільшеною висотою, що раніше було проблематично. Контроль термічного розширення під час спікання забезпечує однорідність структури по всій висоті елемента, мінімальне спотворення форми та високу міцність з'єднання окремих заготовок.

Експериментальні дослідження показали, що фільтроелементи, виготовлені за цим способом, мають покращені фільтраційні та фізико-механічні характеристики порівняно з елементами, отриманими за традиційною технологією. Оптимальний діапазон обмеження термічного розширення (6-10%) був визначений на основі аналізу коефіцієнтів якості, що характеризують однорідність пористості, відсутність спотворень форми та міцність з'єднання.

Виготовлені за цим методом довгомірні фільтри на основі ПТФЕ можуть ефективно використовуватися для очищення великих об'ємів різноманітних середовищ, включаючи високоагресивні рідини та гази. Відсутність потреби у клейових з'єднаннях, завдяки монолітній структурі, робить їх незамінними в умовах, де хімічна стійкість є критично важливою. Це актуально для електронної промисловості, хімічної, медичної та фармацевтичної галузей.

Запропонований спосіб виготовлення пористих фільтрувальних елементів на основі ПТФЕ збільшеної висоти методом контрольованого спікання є ефективним рішенням для отримання високоякісних довгомірних виробів. Він дозволяє подолати обмеження традиційних технологій та забезпечує покращені експлуатаційні характеристики фільтрів, що розширює можливості їх застосування у відповідальних технологічних процесах.

УДК 669.017.3

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ МІКРОТВЕРДОСТІ СТРУКТУРНИХ СКЛАДОВИХ ТЕРМООБРОБЛЕНИХ ГЕТЕРОГЕННИХ СПЛАВІВ

Клочко О.Ю. д.т.н., професор, Воронов О.С. аспірант, Левченко О.С.,
Ремень В.О. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

Отримана модель дозволяє з високою точністю визначати мікротвердість фаз хромованих чавунів за допомогою математичної обробки зображень структур з використанням розробленої методики.

Мікроструктура високохромистого чавуну (16-18%Cr), що використовується для робочого шару біметалічних масивних виливків, після низькотемпературних циклічних відпалів [1], відрізняється суттєвою структурною, фазовою та хімічною неоднорідністю. Вона представлена аустеніто-карбідною евтектикою зі спеціальними карбідами хрому та багатофазною системою дисперсних продуктів розпаду аустеніту, що відрізняються дисперсністю та хімічним складом. Також при розпаді аустеніту виділяється неоднорідно-легований ферит, що має суттєві відмінності у концентрації компонентів. Така неоднорідність структури за змістом компонентів і дисперсність карбідів, що виділяються в процесі кристалізації сплаву і подальшої термічної обробки, призводять і до істотної неоднорідності мікротвердості фаз. У ряді випадків через дисперсність формованих фаз оцінити їх мікротвердість не є можливим, проте для встановлення фаз, які відбивають досягається рівень мікротвердості, можна використовувати новий підхід в їх якісному і кількісному визначенні. Цей підхід включає застосування розробленої методики математичної оцінки металографічних зображень гетерогенного сплаву, зокрема високохромистого чавуну, з використанням елементів чисельного гідродинамічного аналізу, заснованого на рівняннях Нав'є – Стокса [2]. Досліджені сплави були схильні до термічної обробки, що сприяє максимальному розпаду залишкового аустеніту [3], що полягає в циклічному нагріванні та ізотермічній витримці при певних температурах, для отримання магнітострикційного ефекту в легovanому цементиті і спеціальних карбідах, що містять 40-43% заліза (Me_{23}C_6 и Me_7C_3). В результаті створюються додаткові структурні деформації, що стимулюють фазові перетворення при нижчих температурах обробки (200-500°C), що особливо важливо для двошарових валків із серцевиною із сірого або високоміцного чавуну.

В роботі було проведено дослідження, що включало визначення залежностей мікротвердості фаз високохромистих залізовуглецевих сплавів від величин параметрів, отриманих з використанням математичної обробки зображень структур.

Дослідження проводили статистично на масиві даних, що містить 32 фотографії структур високохромистого чавуну після циклічного

низькотемпературного відпалу. Проведено цифрові оцінки цих фотографій у форматі *pgm*, який включає 256 відтінків сірого кольору (0 – найтемніша точка, 255 – найяскравіша), де всі пікселі (точки) кожної фотографії обробляються за спеціально розробленою програмою. При цьому кольори від 0 до 154 – відповідають карбідним фазам, 155-160 – аустеніту, від 161 до 255 – феритним. У роботі розглянуто 24 точки навколо середньої для зручності обчислення скінчено-різницевого похідного включно до 4-го порядку. Схема розташування точок навколо середньої включає номер рядка i та номер стовпця j , де c_{ij} – колір пікселя. Загалом усі кольори можуть бути різними. Для скорочення подальших записів надали зазначеним поточним точкам номера c_{12} , c_{13} тощо.

Мікротвердість структурних складових вимірювали за стандартною методикою твердоміром Мікро-Віккерс UIT HVmicro-1 при навантаженні 0,49Н.

При вимірювання мікротвердості (Н μ) дисперсної структури з різним вмістом фаз результати усереднювали. Це дозволило оцінити внесок зміни у яких концентрації компонентів. Мікроструктуру зразків до та після термічної обробки вивчали за допомогою металографічного «Neophot-21» та електронного JEOL JSM-6390LV мікроскопів.

За результатами проведених досліджень встановлено:

1. Після термообробки неможливо описати мікротвердість за допомогою тільки одного аргументу, що пов'язано зі збільшенням продуктів розпаду залишкового аустеніту і магнітострикційним ефектом, що збільшує число фаз з їх складом, що змінюється.

2. Максимальні коефіцієнти кореляції для термооброблених структур при 4-х факторному аналізі $\leq 0,6$, а при 5-ти факторному змінюються несуттєво – $\leq 0,65$. Зазначається зменшення коефіцієнта кореляції після термообробки порівняно із структурами у литому стані, що пов'язано з підвищенням невпорядкованості структури після термічної обробки. Велику роль може грати фактор неоднорідності розподілу структур за глибиною під відбитком індентора через додатковий розпад залишкового аустеніту з виділенням більш дрібних фаз.

3. Розрахунок середньої мікротвердості за фотографією є певною новизною роботи. Можна вважати, що отримані середні значення мікротвердості по фотографії мікроструктури показали достовірно підтверджену експериментами картину збільшення мікротвердості після термообробки ~ в 1,5 рази.

Список використаних джерел

1. Klochko, O., Volchuk, V., Bilinska, M., Deryabkina, E., Voronov, O. (2025). Structure Formation Features of White Chrome Cast Irons Inside Working Layer of Massive Mill Rolls Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham., pp 186–196. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82979-6_19

2. Т.С. Скобло, О.Ю. Ключко, Е.Л. Белкин Применение компьютерного анализа металлографических изображений при исследовании структуры высокохромистого чугуна. Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2012, № 6 (78), С.35-42

3. Патент України UA №65602, МПК (2011.01) C21D5/00. Спосіб термічної обробки валків з високолегованого чавуну /Т.С.Скобло, О.Ю. Ключко [та інш.] //Власник: ХНТУСГ. - №u2011006215; опубл. 12.12.2011, Бюл.№23.

УДК 669.017.3

АНАЛІТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НА ОСНОВІ МЕТАЛОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Ключко О.Ю. д.т.н. професор, Воронов О.С. аспірант, Літвінов В.А., Максимчук В.О. здобувачі ВО

Державний біотехнологічний університет

У роботі представлено результати комплексного підходу до аналізу фазової структури металів і сплавів з використанням металографічних зображень, математичних методів і спектрального аналізу. Запропонована методика дозволяє кількісно та якісно оцінити неоднорідність та фазовий склад сплавів різного призначення.

У сучасному машинобудуванні металографічні зображення є важливим джерелом інформації щодо властивостей металів та сплавів [1]. Завдяки розвитку автоматизованих методів аналізу зображень, зокрема з використанням штучного інтелекту та комп'ютерного зору, стало можливим більш точно та ефективно оцінювання мікроструктури матеріалів. Ці методи дозволяють не лише класифікувати пікселі за ознаками, але й аналізувати форму та розподіл сегментів, що є особливо важливим для визначення фазового складу та розподілу хімічних елементів у сплавах [2].

Для комплексного дослідження фазового складу металевих сплавів доцільно поєднувати мікрорентгеноспектральний аналіз, рентгеноструктурний аналіз та аналітичні методи, засновані на математичному аналізі. Це дозволяє отримати детальну інформацію про розподіл хімічних елементів та фаз у матеріалі. Наприклад, використання програмного забезпечення, такого як Arphelion, дозволяє автоматизувати процес аналізу зображень, що включає сегментацію, виділення зерен та фаз, а також оцінку їх розмірів і форми. Проте, визначення локальних мінливості структури всередині фаз гетерогенного сплаву залишається актуальним і важливим завданням.

Дослідження структури методом оптико-математичного аналізу з використанням гідродинамічних аналогій дифузійних процесів [3] дозволяє визначати структурний склад гетерогенних сплавів, насамперед, високовуглецевих, що включає різні карбідні фази, аустеніт, ферит. Крім того, такий метод дозволяє визначити структурну неоднорідність виявлених фаз. До однієї з головних переваг необхідно віднести його нечутливість до дефектів фотографій, оскільки в основі аналізу знаходиться аналіз різниці кольорів пікселів, а не кольори, які можуть бути спотворені при неправильно вибраних режимах зйомки [4]. Комплексна методика досліджень включає зіставлення розрахованих даних з результатами рентгенівської та електронної мікроскопії.

Така методика дозволяє визначити структурну неоднорідність виявлених фаз, що є важливим для прогнозування механічних властивостей матеріалів. Розроблена методика оцінки зміни розподілу хімічних елементів за площею зображення є корисною для дослідження впливу легуючих елементів, таких як мідь, на розпад залишкового аустеніту в зносостійких комплекснолегованих чавунах [5].

Застосування цих методів може бути розширене на всі металічні сплави, включаючи алюмінієві, титанові, нікелеві та інші сплави, що використовуються в авіаційній, автомобільній та енергетичній промисловості. Наприклад, у випадку алюмінієвих сплавів, автоматизований аналіз зображень може допомогти виявити та кількісно оцінити включення та пори, що впливають на механічні властивості матеріалу. У титанових сплавах ці методи можуть бути використані для аналізу розподілу α - та β -фаз, що є критичним для визначення їх механічних характеристик [6].

Таким чином, інтеграція автоматизованих методів аналізу металографічних зображень з традиційними фізико-хімічними методами дослідження дозволяє отримати більш повну та точну інформацію про мікроструктуру та властивості металів і сплавів, що є ключовим для їх ефективного застосування в різних галузях промисловості.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 8478:2015 Металографія. Терміни та визначення.
2. ASTM E3-11: Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens
3. T.Skoblo, O.Klochko, E.Belkin, A.Sidashenko Effective Technological Process of Crystallization of Turning Rollers' Massive Castings: Development and Analysis. IJMPeM, 3(2), 2017, 34-39. DOI: 10.11648/j.ijmpem.20170203.12.
4. Ключко О.Ю. Применение методов оптико-математического анализа оценки дисперсности структуры высокоуглеродистых сплавов. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів, 6, 2016, 112-117.
5. Skoblo T.S., Klochko O.Yu., Belkin E.L., Sidashenko A.I. Development of New Approaches to Estimation of the Structure Formation in High-Chromium Cast Iron. *Industrial laboratory. Diagnostics of materials*. 2017;83(5):27-38
6. Arman Shah, S.N.F. Ismail, Mas Ayu Hasan, Rosdi Daud. Surface Modification on Titanium Alloy for Biomedical Applications: Encyclopedia of Smart Materials, Elsevier, 2018, 436-444, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.10484-9>

УДК 621.793

НЕОДНОРІДНІСТЬ НАПЛАВЛЕНОГО ТА ОСНОВНОГО ШАРУ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

Корчуганов В.А. здобувач ВО, Рибалко І.М. д.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження є експериментальне визначення неоднорідності наплавленого та основного шару при відновленні колінчастих валів під шаром флюсу.

Для відновлення колінчастих валів наплавленням під флюсом в даний час застосовуються різні технологічні варіанти, але всі вони мають певні недоліки [1-4].

Варіант 1. Наплавлення за технологією проводиться пружинним дротом II класу або наплавним дротом Нп-80 під легуючим флюсом, що складається (за вагою) з флюсу АН-348А – 93% ферохрому Хр6 – 2,5%, графіту – 2%; рідкого скла – 2,5%.

Варіант 2. Наплавлення за технологією проводиться пружиною дротом II класу або наплавним дротом Нп-80 під флюсом АН-348А з подальшою високотемпературною відпусткою в печі протягом 2 годин при температурі 650°C, механічною обробкою, загартуванням ТВЧ і подальшим шліфуванням.

Варіант 3. Наплавлення за технологією проводиться поліпшеним легованим дротом Нп-30ХГСА під флюсом АН-348А з подальшою нормалізацією в печі при температурі 860°-920°C з 20-ти хвилинною витримкою після нагрівання, механічною обробкою, загартуванням шийок на установці.

Варіант 4. Наплавлення за даним варіантом проводиться пружинним дротом II класу або наплавочним дротом Нп-80 під легуючим флюсом, що складається (за вагою) з 92% флюсу АН-348А, ферохрому Хр 6 – 5%, рідкого скла – 3.

Хімічна і структурна неоднорідність наплавленого металу і основного металу біля лінії сплавлення досліджувалася за комплексною методикою, в основу якої поклали металографічний метод аналізу (дослідження первинної і вторинної структури), доповнений дослідженням мікротвердості і спектральним аналізом. Для цього використовували металографічні мікроскопи МІМ-7, МІМ-8М, мікротвердомір ПМТ-3, спектрограф ІСП-28.

Дані поодиноких вимірів мікротвердості по висоті наплавленого валика вказують на наявність неоднорідності за шарами кристалізації та біля лінії сплавлення. Найбільшу неоднорідність має метал, наплавлений за варіантами 1 і 4. Застосування термічної обробки призводить і зменшення неоднорідності, але повністю вона не усувається. Як приклад наводиться крива розподілу мікротвердості по висоті металу, наплавленого за варіантом 3 (рис. 1).

Мікротвердість біля поверхні становить 360 кгс/мм² і підвищується в міру віддалення. Найбільшу мікротвердість має наплавлений метал біля лінії

сплавлення (до 550 кгс/мм²). Це пояснюється зміною вмісту вуглецю в наплавленому металі. У міру віддалення від поверхні вміст вуглецю дещо підвищується. Біля лінії сплавлення знаходиться вуглецевий шар; вуглець дифундував з основного металу біля лінії сплавлення, тому біля лінії сплавлення в основному металі спостерігається різкий провал твердості.

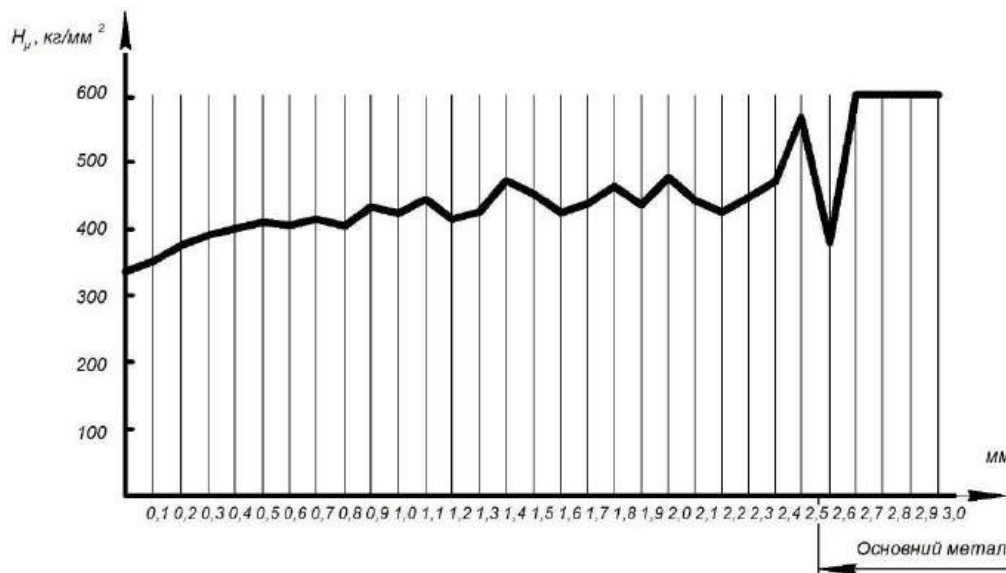


Рис. 1. Зміна мікротвердості за висотою (наплавлення за варіантом 3)

Отже, термічна обробка не усунула неоднорідності в наплавленому й основному металі, хоча й дещо зменшила її. Помітна деяка неоднорідність за шарами кристалізації, причому найбільше вона виражена біля лінії сплавлення, а в міру віддалення від кореня шва неоднорідність зменшується.

Зміну мікротвердості за висотою для досліджуваних технологічних варіантів відновлення представлено на рис. 2. Для всіх варіантів помітна тенденція до підвищення твердості в міру наближення до межі сплавлення, особливо яскраво виражена для варіанта 3, як такого, що має найнижчий вміст вуглецю. Помітна деяка неоднорідність за шарами кристалізації (за точками), але через статистичне опрацювання результатів багаторазових вимірів мікротвердості ця неоднорідність приховується, оскільки шари кристалізації в кожному конкретному випадку розташовуються на різній відстані від лінії сплавлення.

Явно виражена наявність знеуглецьованої зони в основному металі біля лінії сплавлення, про що вказує різкий провал мікротвердості. Менша мікротвердість основного металу для варіантів 1 і 4 пояснюється тим, що під час відновлення за варіантами 2 і 3 застосовується загартування ТВЧ, що захоплює і шар основного металу за лінією сплавлення.

У всіх випадках явно виражена неоднорідність за вмістом вуглецю біля лінії сплавлення в наплавленому і основному металі.

Основний метал біля лінії сплавлення має знеуглецьовану зону шириною до 0,08-0,1 мм. Вуглець у момент співіснування рідкої і твердої фази переходить у наплавлений метал і утворює в наплавленому металі науглероженому зону. Елементи – карбідоутворювачі сприяють більш інтенсивному перерозподілу

вуглецю.

Не спостерігається головного переходу за вмістом легуючих елементів від наплавленого до основного металу.

Ширина дифузійної зони не перевищує 0,3 мм.

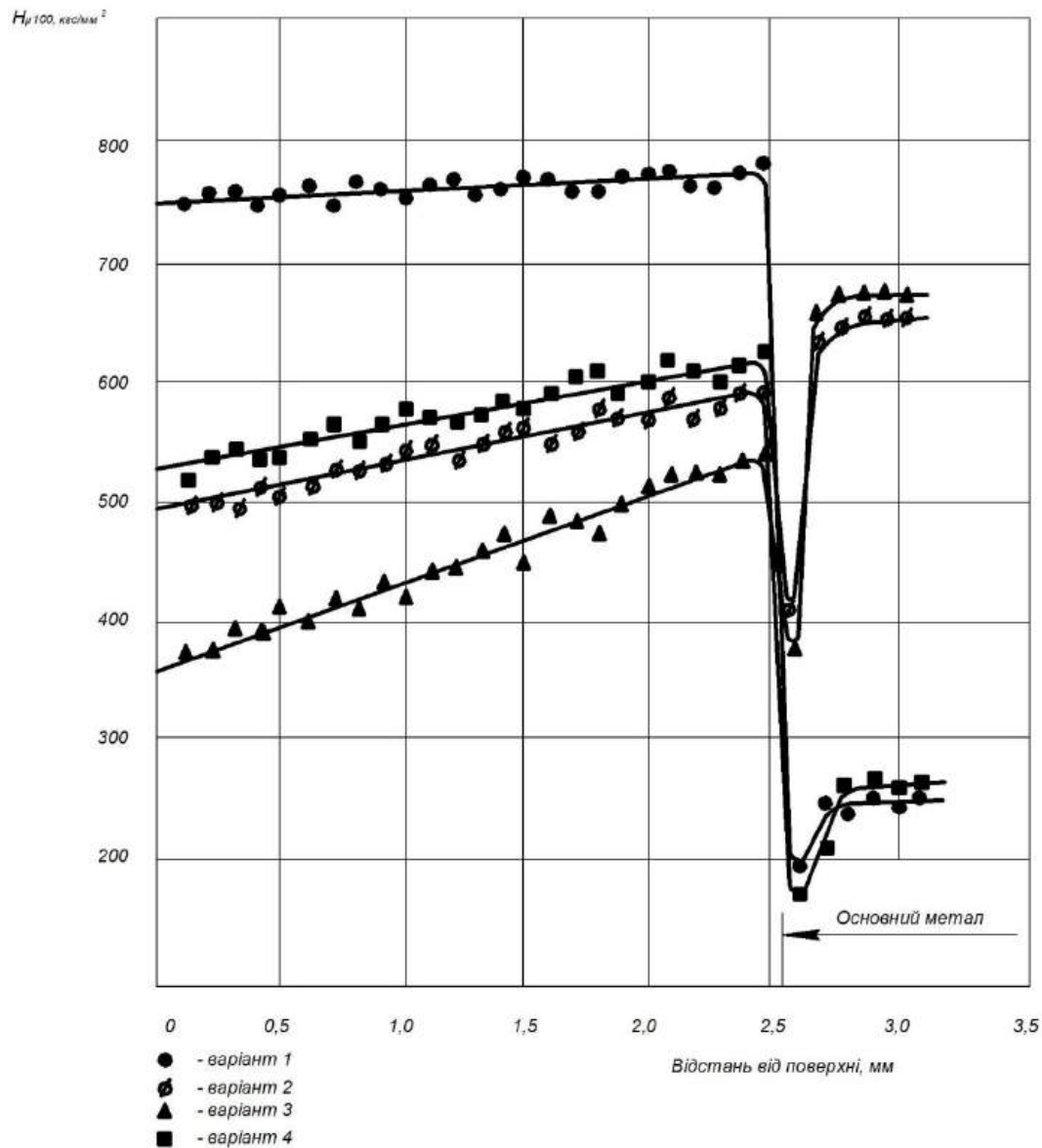


Рис. 2. Зміна мікротвердості за висотою

Тріщини в наплавленому металі утворюються в зоні слабини в міждендритних прошарках, збагачених сіркою, фосфором і вуглецем.

Хром, марганець і кремній посилюють дендритну неоднорідність і самі ліквідують, хоч і незначною мірою. Неоднорідність за хромом не перевищує $\pm 5\%$, за марганцем $\pm 7\%$, за кремнієм $\pm 9\%$.

Висновок.

Аналізуючи характер розподілу мікротвердості по висоті, можна зробити такий висновок: хімічна неоднорідність наплавленого металу і основного металу. Біля лінії сплавлення утворюється безпосередньо в процесі наплавлення. Наплавлений метал має хімічну неоднорідність за шарами кристалізації і

дендритну неоднорідність. Ця неоднорідність виникає безпосередньо в процесі наплавлення і не усувається повністю термічною обробкою.

Різна частка участі основного металу в утворенні зварювальної ванни призводить до наявності хімічної неоднорідності наплавленого металу по довжині шийки. Після наплавлення третього валика така неоднорідність практичності зникає.

Список використаних джерел

1. Корчуганов В.А., Рибалко І.М. Порівняльний аналіз технологічних варіантів відновлення колінчастих валів наплавленням під шаром флюсу. XXI-й Міжнародний форум молоді "МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ". Збірка матеріалів форуму. Харків: ДБТУ. 2025. С. 180-182.
2. Технологія ремонту машин та обладнання: навч. посібник. / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, С.О. Лузан та ін. Харків: ХНТУСГ, 2017. 361 с.
3. Ремонт машин та обладнання: підручник. / за ред. проф. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. К.: Агроосвіта, 2014. 665 с.
4. Теоретичні основи та технологічні процеси відновлення деталей машин. Навчальний посібник. / М.І. Черновол, І.В. Шепеленко, І.Ф. Василенко, М.В. Красота, О.В. Тіхонов, О.А. Науменко, І.М. Рибалко. Харків: «Діса плюс», 2025. 347 с.

УДК 631.363.636

НОВІ ПІДХОДИ В СИСТЕМІ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ У МОЛОЧНОМУ СКОТАРСТВІ

**Скляр О.Г. к.т.н. професор, Скляр Р.В. к.т.н. доцент,
Болтянський Б.В. к.т.н. доцент**

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

Метою досліджень є підвищення рівня ефективності технічного сервісу машин і устаткування в молочному скотарстві, на основі інноваційного розвитку систем технічного сервісу і доцільності участі в технічному сервісі фірм-виробників техніки та дилерів.

У процесі розвитку сільського господарства дедалі частіше виникає необхідність використання нових підходів, рішень, технологій, які б підвищували рентабельність виробництва продукції тваринництва [1].

Сучасне технологічне обладнання молочних ферм і комплексів – це високотехнологічне устаткування, що вимагає висококваліфікованого підходу у технічному сервісі машин. Головним завданням системи технічного сервісу є забезпечення необхідного рівня працездатності машин та обладнання [2].

На сьогодні фірми-виробники фермської техніки реалізують продукцію через власні компанії, агентів і незалежних дилерів. Оптова ланка в збуті с.-г. техніки представлена оптовими базами або регіональними центрами. Система

технічного сервісу у молочному скотарстві в країнах ЄС має таку організацію: фірми-виробники прагнуть до організації фірмової мережі майстерень, тобто до створення ремонтних і сервісних точок по всій країні, де можна швидко та якісно усунути будь-яку несправність у техніці, що постачається фермерам. Запроваджено спеціальну програму ТО фермської техніки, яка передбачає такі зобов'язання фірм-виробників і дилерів: забезпечення високої надійності та ремонтпридатності техніки, що поставляється; пряму відповідальність дилерів перед фермером за технічне обслуговування машин протягом усього терміну їх експлуатації, а також матеріальну відповідальність фірм-виробників перед дилерами за якість продукції, що поставляється; організацію обслуговування машин незалежно від їхньої кількості та територіальної роз'єднаності техніки; розробку методів організації праці під час обслуговування, керівництв з використання та обслуговування машин; підготовку кваліфікованих кадрів ремонтників; забезпечення ремонтних майстерень пристосуваннями та інструментом до початку масового виробництва машин; безперебійне постачання дилерів запасними частинами; збір інформації фірмами-виробниками через дилерську мережу про працездатність машин і характер відмов техніки [3-5].

Досвід економічно розвинених країн дає змогу виділити три основні форми організації технічного сервісу фермської техніки: фірмами-виробниками (фірмовий технічний сервіс), через посередницькі фірми і безпосередньо самим споживачем. Найбільш перспективною формою організації технічного сервісу є система, в якій основним виконавцем усього комплексу робіт з ТО фермської техніки виступають незалежні посередницькі фірми (дилери) і спеціалізовані фірми з відновлення та капітального ремонту вузлів і агрегатів.

Список використаних джерел

1. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Обґрунтування економічної доцільності технічного сервісу обладнання тваринницьких підприємств. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: XI Міжнародна науково-технічна конференція, смт Глеваха Київської області – м. Київ, Україна, 3-22 жовтня 2022 року: матеріали конференції*. Глеваха-Київ. 2022. С.14-16.

2. Болтянський Б.В., Скляр Р.В., Болтянська Л.О. Тенденції та форми сучасного сервісу фермської техніки. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв», 24-25 листопада 2022 року. Державний біотехнологічний університет, м. Харків.

3. Болтянський Б.В. Удосконалення технічного сервісу машин і обладнання тваринницьких ферм на основі оцінки технологічного рівня спеціалізованих підрозділів. *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» 01-25 листопада 2022 р.*, ТДАТУ, м. Мелітополь.

4. Болтянський Б.В., Скляр Р.В. Модель функціонування бази технічного сервісу обладнання тваринницьких підприємств. Науковий вісник Таврійського

державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В.М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2022. – Вип. 12, том 3. DOI: 10.31388/2220-8674-2022-3-12.

5. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Перспективна організація технічного сервісу на підприємствах АПК. Збірник тез доповідей XIX Міжнародної наукової конференції «Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2023». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2023. С.89-93. JEL Classification Q 01; D 24; P 42

УДК 621.797.23

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ СТАТОРА ЗАНУРЮВАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Шевчук О.М. здобувач ВО, Тіхонов О.В. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження є вдосконалення ремонту занурювальних електронасосів у зв'язку з запропонованою технологією відновлення статора

При відновленні підводних електродвигунів на ремонтних підприємствах використовуються різні, часто мало ефективні способи усунення дефектів, не дозволяють забезпечення комплектацію ремонтними деталями та складовими частинами з параметрами не нижче рівня нових. Через відсутність запасних частин або неможливість усунення деяких дефектів у конкретних умовах ремонтного підприємства, деталі з максимальним зносом встановлюються на відновлених електродвигунах. Ця ситуація визначається низьким рівнем післяремонтного ресурсу капітально відремонтованих електродвигунів, що становить 60-70% нового ресурсу. Ремонт підводного насоса включає комплекс таких основних операцій: прийняття та зовнішня мийка, розбирання, миття деталей та їх дефектація, відновлення вузлів та деталей, складання та тестування, фарбування та збереження.

В процесі дефектації пластин після розбирання пакету статора виявили, що 28% пластин не підлягають відновленню внаслідок неусувних дефектів (рис. 1). Основні з них включають корозію. Через корозію пластин до 14% всіх листів пакету статора вибраковується. Середня глибина руйнування корозії становить 0,3-1,0 мм (у радіальному напрямку). Зниження діаметра активного пакету заліза статора призводить до збільшення зазору між ротором та статором, а отже, до погіршення робочих характеристик та зниження надійності електродвигунів.

Руйнування зубів (дефект 4) відбувається в результаті попадання в зону тертя (у зазор між ротором та статором) піску та корозійних продуктів, а також внаслідок зачіпання ротора за пакет активного заліза статора під час роботи електродвигунів із зношеними підшипниками. Такі дефекти в основному проявляються в нижній частині пакета статора. Руйнуванню піддаються 8% від загальної кількості пластин статорів.

Неусувне жолоблення пластин (дефект 3) виникає в процесі розбирання

пакету статора. Частка цього дефекту, як показав аналіз експериментальної та промислової реалізації, становить до 6% від загальної кількості пластин. Решта 72% пластин повинні бути відновлені в спеціальному штампі за допомогою пластичної деформації.

Фонд ремонту статорів, призначений для відновлення, поступає у зону зберігання ремфонду. У той же час, планується відновлення статорів одного типу марок, що дозволяє підвищити продуктивність праці за рахунок зниження повторного переналагодження технологічного обладнання та обладнання.

З секції зберігання ремфонд поступає у спеціальних контейнерах на участок очищення, де вони очищаються на дробоструменевій установці и попадають на участок попередньої дефектації та сортування

Після дефектації статори спрямовуються залежно від технічного стану: придатність для відновлення прошивкою – до ділянки прошивки, що вимагають випресування пакета пластин – до ділянки випресування.

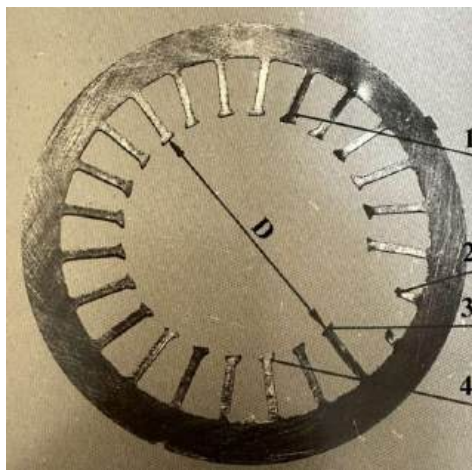


Рис. 1. Типи характерних непереборних дефектів пластин: 1 – корозія, 2 – руйнування виступів, 3 – максимальний знос пластин, 4 – неусувне короблення

Запропоновано два методи відновлення листів заліза статора. Перший заключається у реставрації залізної пластини статора, здійснивши правку в спеціальному штампі. Другий забезпечує калібрувальну прошивку статора у зборі. В обох випадках технологічний процес відновлення статора електричного двигуна ЗЕДВ (занурювальний електродвигун, водозаповнений) забезпечує значно зниження вартості ремонту.

Висновок.

Частка статорів, придатних для відновлення цим методом, становить близько 20% від загальної кількості ремфонду або приблизно 60% усіх відновлених статорів. Решта 40% статорів відновлюються відповідно до першого методу (першого маршруту), який передбачає правку пластин електротехнічної сталі після повного розбирання в штампі.

Відповідно до розрахунків, проведених під час попереднього техніко-економічного обґрунтування, відновлення статора доцільно будь-яким з цих методів.

Список використаних джерел

1. Довідник сільського електрика. / В.С. Олійник, В.М. Гайдук, В.Ф. Гончар та ін.; за редакцією В.С. Олійника. К: Урожай, 1989. 261с
2. Кащенко П.С. Електропривід сільськогосподарських машин: навч.-метод. посібн. К. НМЦ, 2006. 410с.
3. Шевчук О.М., Тіхонов О.В. Аналіз способів відновлення статорів електродвигунів. *XXI-й Міжнародний форум молоді "МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ"*. Збірка матеріалів форуму. Харків: ДБТУ. 2025. С. 220-221.

УДК 621.793

ЕРОЗІЯ ХРОМОВМІСТНИХ ЕЛЕКТРОДІВ ТА ФОРМУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ПРИ ЕЛЕКТРОІСКРОВІЙ ОБРОБЦІ

Мартиненко О.Д. к.т.н. доцент, Лисенко С.В. ст. викладач,
Кальченко М.С. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

В статті досліджується вплив параметрів обробки та вмісту легуючого компонента - хрому на ерозію аноду та збільшення ваги катоду під час електроіскрової обробки. Побудовано залежності ерозії аноду та додатку катоду в залежності від вмісту хрому в електроді, кількості проходів електроду та енергії імпульсу під час електроіскрового нанесення покриттів.

Відновлення деталей з величиною зносу, що не перевищує 1,0мм, доцільно виконувати з використанням висококонцентрованих джерел енергії, до числа яких відноситься і електроіскровий метод. Цей метод забезпечує умови для відновлення деталей з малотехнологічних матеріалів.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка ефективних параметрів нанесення покриття хромовмісними електродами для відновлення деталей машин і агрегатів, що забезпечують підвищення їх якості та споживчих властивостей. Для реалізації поставленої мети необхідно:

- дослідити вплив хімічного складу матеріалу аноду на властивості та якість катоду при нанесенні покриттів методом ЕІО;
- обґрунтувати і розробити оптимальні параметри відновлення деталей, виготовлених з хромовмісних матеріалів.

Об'єкт досліджень: процес нанесення відновлювальних покриттів та зміцнення деталей, виготовлених з хромовмісних матеріалів.

Існуючі методи утворення зносостійких покриттів, що застосовуються як на стадії виготовлення, так і при ремонті, не позбавлені недоліків, що обмежують сферу застосування тієї чи іншої технології відновлення. Для підвищення зносостійкості поверхонь деталей необхідно створювати зміцнені шари або покриття з високими фізико-механічними властивостями.

Одним із шляхів, що суттєво збільшує ймовірність безвідмовної роботи системи [1], підвищує зносостійкість електроіскрових покриттів (ЕІП) є

створення в них нанокристалічних структур. Отримання таких ЕП можливо за використання відповідних електродних матеріалів, особливо на основі хрому.

Вибір матеріалу електроду при ЕІО, як на стадії виготовлення, так і при ремонті, [2 - 5] обумовлюється експлуатаційними вимогами до поверхні матеріала відновлюваної деталі. При цьому на експлуатаційні показники деталі істотно впливає хімічний склад анода, який визначає показники (рівень фізико-механічних властивостей, зносостійкість, схильність до викришування, міцність зчеплення поверхневого шару з металом відновленої деталі).

Враховуючи вимоги до деталей, в дослідженнях розглянули взаємозв'язок сумарного додатку ваги катода – деталь вал зі Сталі-45, в залежності від енергії імпульсу при ЕІО і матеріалу анода - електроду. В якості аноду для досліджень обрано сплави на основі заліза з різним вмістом хрому (табл. 1) [5 - 7].

Таблиця 1 - Хромовмістні сплави, використані як анод при ЕІО

Номер сплаву	Вміст компонентів у сплаві, %	
	C	Cr
1	1,5	10,0
2	1,5	15,7
3	1,5	20,0
4	1,5	30,0

Сплави на основі хрому відрізняються вмістом (у широких межах), такий набір матеріалів обраний для того, щоб оцінити роль карбідоутворення, можливість формування різних зміцнювальних фаз при нанесенні покриттів.

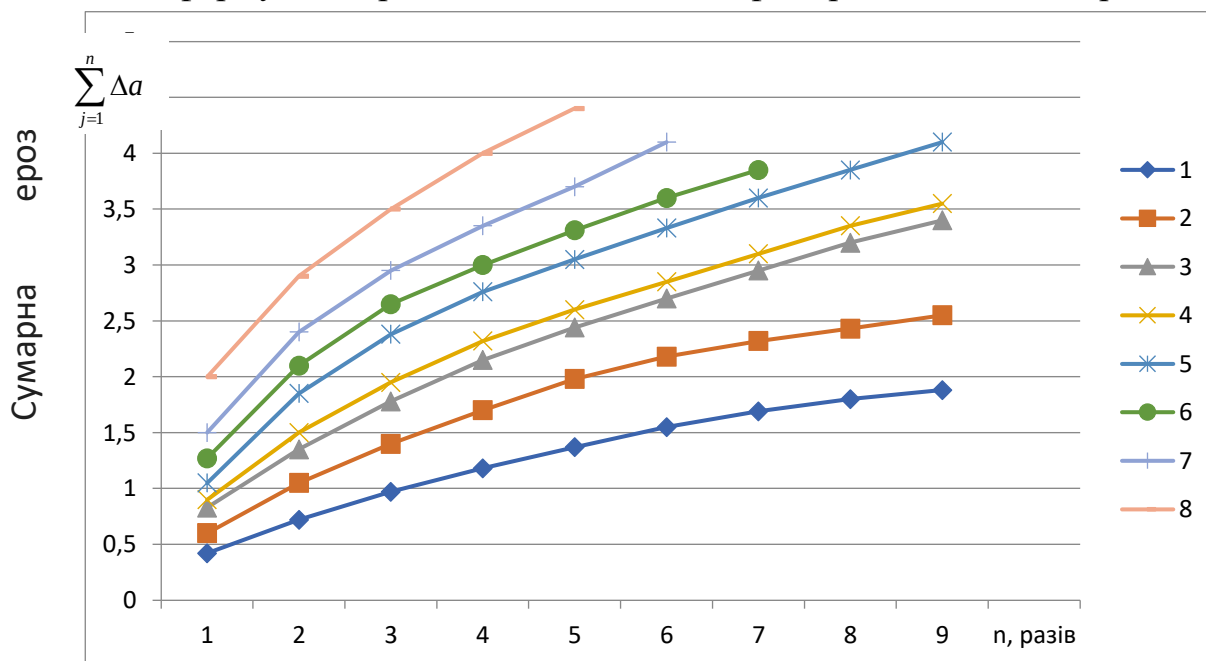


Рисунок 1. Залежність сумарної ерозії аноду - $\sum_{j=1}^n \Delta a$ при ЕІО від кількості

проходів електродом з різним вмістом хрому: криві - 1, 3, 5, 7 - при енергії імпульсу $E_1=0,9$ Дж; криві - 2, 4, 6, 8 - при $E_2=3,4$ Дж; зразок 4 - криві 1, 2 (30% Cr); зразок 3- криві 3, 4 (20% Cr); зразок 2 - криві 5, 6 (15,7% Cr); зразок 1 - криві 7, 8 (10% Cr)

За результатами проведених досліджень було отримано графічну залежність ерозії хромовмісних електродів (рис. 1) та додатку ваги катода – деталі (рис. 2) в залежності від параметрів обробки.

В дослідженнях за основні чинники були обрані такі критерії: концентрація вуглецю - (C) і хрому - (Cr) в електроді; енергія імпульсу - E_i ; число проходів електродом - n .

Для розрахунку математичної моделі був прийнятий план експерименту 2^4 (1/2 репліки). Як параметр оптимізації прийнятий додаток ваги катода $\sum \Delta k$ (Y), г/см².

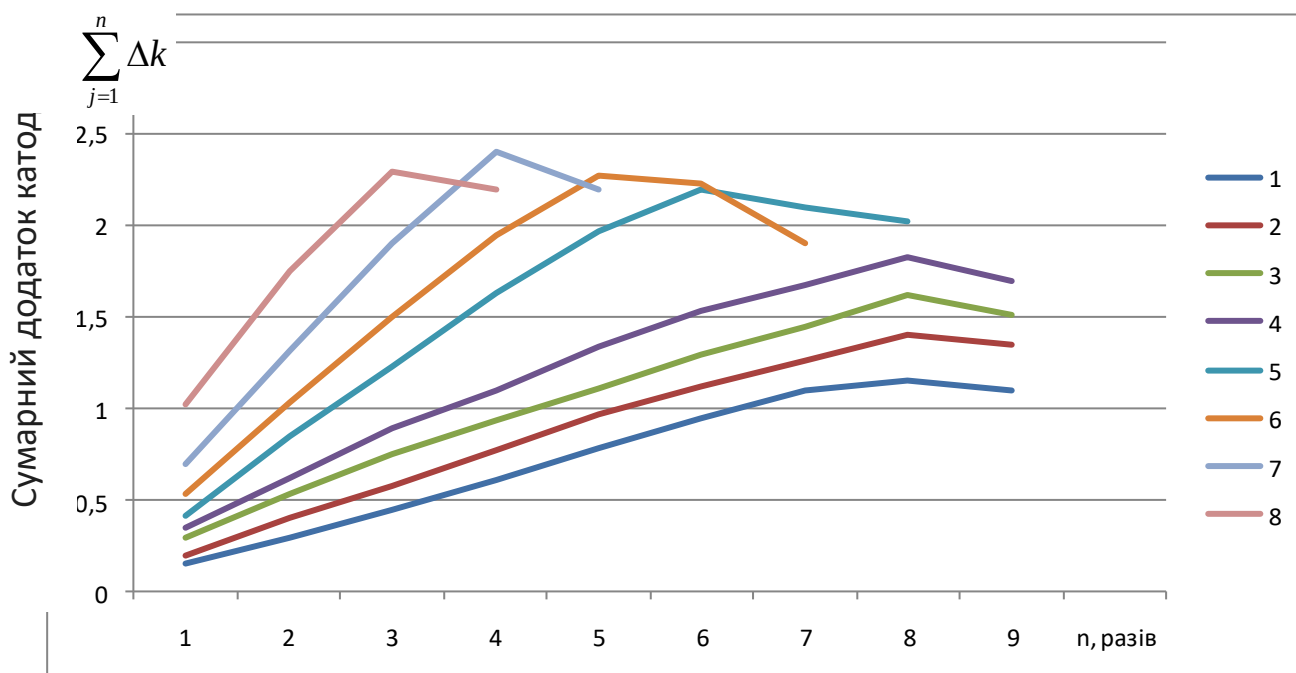


Рисунок 2. Залежність додатку ваги катода - $\sum_{j=1}^n \Delta k$ при ЕІО від кількості

проходів електродами з різним вмістом хрому: криві - 1, 3, 5, 7 – при енергії імпульсу $E_1=0,9$ Дж; 2, 4, 6, 8 - при $E_2=3,4$ Дж; зразок 4 - криві 1, 2 (30% Cr); зразок 3 - криві 3, 4 (20% Cr); зразок 2 - криві 5, 6 (15,7% Cr); зразок 1 - криві 7, 8 (10% Cr)

Дослідженнями впливу хімічного складу анода і параметрів обробки отримана математична модель (1), яка дозволила оцінити додаток катода:

$$Y=0,84-0,38X_1-0,18X_2+0,83X_3+0,73X_4-0,48X_1X_3-0,33X_2X_3+0,32X_4X_3-0,12X_1X_4-0,12X_2X_4+0,62X_1X_2X_3+0,52X_1X_2X_4-0,48X_1X_3X_4-0,28X_2X_3X_4+0,28X_1X_2X_3X_4 \quad (1)$$

Максимальний приріст додатку катода досягається при впливі кожного фактору в окремість: енергія імпульсу - $E_2=3,4$ Дж (X_3); число проходів електродом - $n=6$ (X_4); концентрація хрому - 10% (X_2) і вуглецю - 0,5% (X_1). Вміст вуглецю і хрому в аноді спільно не справляють вплив на додаток катода, однак їхня роль виявляється в поєднанні з технологічними факторами. При використанні для обробки до трьох проходів електрода в нарощеному шарі формується дисперсна структура на базі хімічних елементів катода і аноду. При

збільшенні числа проходів хімічні елементи катоду в шарі будуть відсутні. Одночасно збільшується частка кристалізації оксидних і відособлених карбідних включень та мікропор.

Зі збільшенням енергії імпульсу електроіскрової обробки від 0,9 до 3,4 Дж приріст ваги катоду в залежності від оброблюваного матеріалу зростає в 2,0-2,4 рази.

За результатами досліджень було отримано рівняння (2) [4, 6, 7], що відображає залежність сумарного додатку ваги катода $\Sigma \Delta k$ (Y), г/см² від основних чинників процесу електроіскрового методу нанесення покриттів.

$$\Sigma \Delta k = 1,11 \frac{\sqrt{C \times E_u}}{Cr^2} \times n - 0,02 \frac{E_u \times \sqrt{C}}{Cr} \times n^2 \quad (2)$$

де – C, Cr – відповідно вміст вуглецю і хрому в матеріалі електроду, мас.%;

E_u - енергія імпульсу обробки, Дж;

n – кількість проходів електродом під час обробки.

Критерієм оцінки ефективності використання метода ЕІО деталей були параметри обробки і твердість поверхневого шару, структурні зміни і результати іспитів на зносостійкість, жаростійкість, корозійну стійкість.

Висновок. Дослідженнями по масоперенесенню матеріала з аноду на катод при електроіскровому способі нанесення покриттів підтверджується, що воно визначається матеріалом анода, числом проходів електрода і енергією імпульсу при обробці.

Список використаних джерел

1. Исследования распределения химических элементов в слое после электроискровой обработки (ЭИО) [Текст]: сборник научных трудов / А. Д. Мартыненко // Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: сборник науч. тр. - Харьков: ХГТУСХ, 1997. - С. 140-145. - Библиогр.: с. 145. - ISBN 5-7987-0176-X

2. Вплив параметрів на формування нарощувального шару та стійкість анода при електроіскровій обробці /О.Д. Мартиненко, А.В. Хар'яков, С.В. Лисенко, Д.О. Мартиненко, Т.С. Скобло// Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ФОП Воронюк В.В., 2010. - Вип. 96 : Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонт. вир-ві. - С. 427-433.

3. Нанесение покрытий методом ЭИО электродами с различным составом [Текст] / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, А.А. Науменко, А.Д. Мартыненко // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: труды IX МНТК., г. Харьков, 3-4 июня. 2004 г. – Х.: ХНПК "ФЭД", 2004. - С. 170-176.

4. Вплив параметрів обробки та електродного матеріалу на якість та властивості відновленого шару методом електроіскрового нарощування [Текст] /О.Д. Мартиненко, Т.С. Скобло, О.І. Сідашенко, О.А. Науменко // Перспективы развития механизации, автоматизации и технического сервиса сельскохозяйственного производства: СбТ. II НПК. - Полтава, 1997. - С. 32-35.

5. Мартыненко А.Д., Скобло Т.С., Сидашенко А.И. Исследование влияния химического состава анода на величину и качество слоя, восстановленного электроискровым методом. // Сб. науч. тр.: Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин: - Х.: ХГТУСХ, 1997. – С.75-81.

6. Підвищення фізико-механічних властивостей деталей електроіскровою обробкою електродами з різним вмістом хрому [Текст] / О.Д. Мартиненко, А.К. Автухов, О.В. Лисенко, С.Б. Думіндяк // Крамаровські читання : зб. тез доп. XII Міжнар. наук.-техн. конф. з нагоди 118-ї річниці від дня народж. д-ра техн. наук, проф., віцепрезидента УАСГН Крамарова В.С. (1906-1987), м. Київ, 20-21 лют. 2025р. - Київ, 2025. - С. 347-350.

7. Нанесення покриттів електродами з різним вмістом хрому при електрочискувальній обробці [Текст] /С.Б. Думіндяк, Д.Г. Бажанов, М.С. Кальченко, О.Д. Мартиненко // Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті : матеріали ХХІ Міжнар. форуму молоді, 10-11 квіт. 2025р. - Харків: ДБТУ, 2025. - С. 167-169.

УДК 621.373.5

РОЗШИРЕННЯ СПЕКТРУ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНДУКЦІЙНОЇ ТЕРМООБРОБКИ МЕТАЛІВ У МАШИНОБУДУВАННІ

Автухов А.К. д.т.н. професор, Карпенко В.С. аспірант

Державний біотехнологічний університет

З розвитком електронних технологій, все більшого застосування набирають технологічні процеси, що використовують методи індуктивного нагрівання. Різноманітні індуктори широко застосовуються у машинобудуванні, від малопотужних пристроїв для розігріву болтових кріплень у сервісній інженерії, до індукційних плавильних печей та систем підігріву інструментів.

Індуктивний нагрів знайшов застосування у процесі роликового тиснення, що є ефективним виробничим процесом для відтворення мікроструктур на полімерних підкладках. Спосіб індукційного нагрівання настільки ефективний, що спонукає вчених до модифікації різноманітних матеріалів під даний тип нагріву.

Тайванськими дослідниками було розроблено та сконструйовано вальцювальний апарат для виготовлення полімерних мікролінзових масивів з використанням композитних форм [1]. Це перше дослідження, в якому використовуються подвійні магнітні частинки, вбудовані в полімер, для прямого індукційного нагрівання (Рис.1), де генерується внутрішнє джерело тепла до 220°C протягом 60 секунд. Дослідження демонструє доцільність та потенціал індукційного нагрівання форм для вальцювання, замість копіювання мікроструктур за допомогою металевих форм. Модифікувати матеріал під процес індукційного нагрівання значно вигідніше, ніж використовувати альтернативні вальцюванню способи обробки матеріалів чи традиційний спосіб нагрівання.

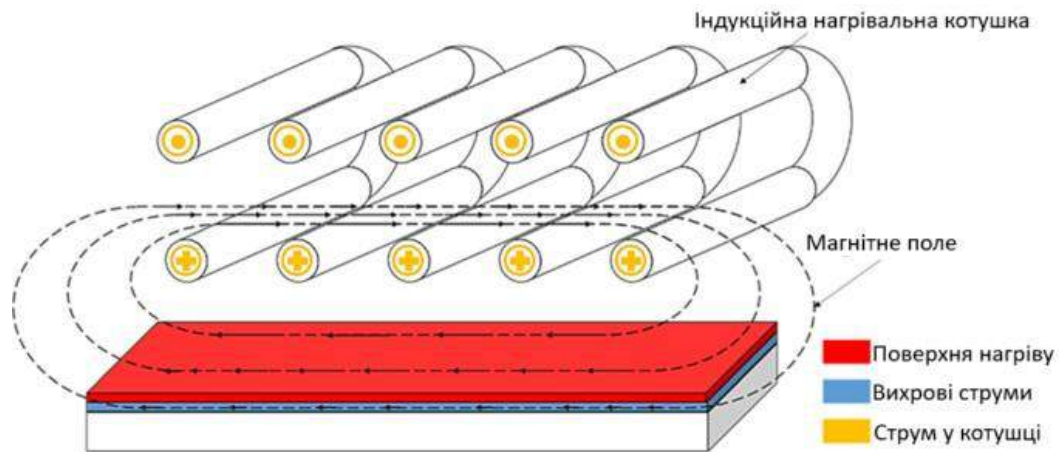


Рис.1 Схема прямого індукційного нагрівання

Через компактні розміри та високу ефективність установки, індукційний нагрів широко використовується у дефектоскопії. Так, при паянні мідних трубок теплообмінників, як показано на Рис.2, дуже важливо мати можливість поточного контролю якості пайки без розрізування виробу у контрольних точках. Щоб вирішити цю проблему, дослідниками з Кореї запропоновано новий метод виявлення дефектів, що виникають у паяних з'єднаннях мідних трубок, виконаних з використанням височастотного індукційного нагрівання [2]. Процес контролю побудовано на аналізі глибини проникнення припою у місці пайки. Разом з процесом індукційного нагріву, проводиться телевізійна зйомка, результати якої аналізуються відповідними алгоритмами, що стало основою для розробки системи, яка виявляє дефекти в паяних з'єднаннях мідних труб за допомогою даних теплового зображення, отриманих у режимі реального часу.

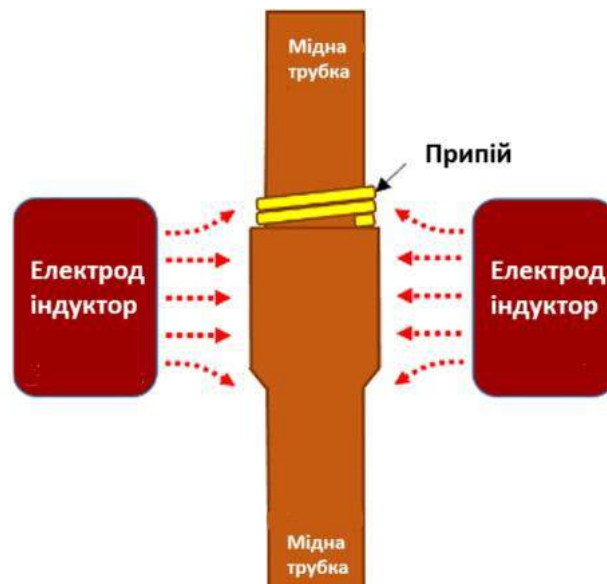


Рис. 2 Схема індукційного паяння трубок теплообмінника.

Високу ефективність установки індукційного нагрівання у своєму дослідженні описали польські науковці, що розробили та впровадили високоефективну систему нагрівання кувальних інструментів, призначених для

гарячого кування [3]. Температура кувальних інструментів є критичним фактором, що впливає на їх довговічність і, як наслідок, на кінцеву вартість кованого виробу. Вимірювання цієї температури становить технічну, технологічну та наукову проблему, особливо для кувальних інструментів, що використовуються у виробництві штампованих кованок малого розміру. Ці інструменти піддаються коливанням температурних умов під час процесу, часто через низьку теплоємність самих поковок. На основі проведеного дослідження було розроблено систему нагрівання та повторного нагрівання кувальних інструментів, що включає керування швидкістю нагрівання для запобігання локальному відпуску. Пристрій індукційного нагріву використовує індуктори загальною потужністю 30 кВт, керовані сигналами від пірометричних датчиків. Точність вибору зони нагріву, підвищує ефективність процесу та зменшує витрати на нагрівання інструменті. Розподіл температури у кувальному інструменті показано на Рис.3. Дослідження підтверджує, що впроваджена система нагрівання та керування досягає дуже хороших результатів, значно зменшуючи витрату електроенергії, необхідної для стабілізації робочих умов кувального інструменту.

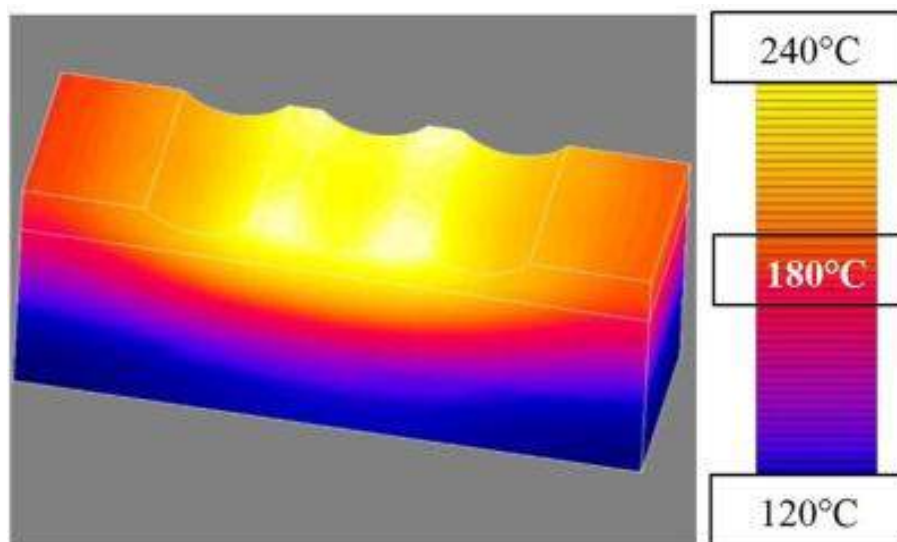


Рис.3 Розподіл температури у кувальному інструменті.

Поширення та доступність пристроїв, що використовують принцип індукційного нагрівання в багатьох випадках має значні переваги перед традиційними способами нагрівання. Найбільші з них: мінімізація втрат енергії так як тепло генерується безпосередньо у матеріалі і немає потреби нагрівати навколишнє середовище чи елементи печі. Добре контролюється глибина та зона нагріву і можливість досягти високих температур за лічені секунди. Практична відсутність окалини та забруднень. Достатньо компактні розміри нагрівальних пристроїв.

Переваги індукційного способу нагрівання матеріалів спонукають дослідників та інженерів до використання даної технології у перспективних розробках.

Список використаних джерел

1. Ming-Huai Hsu, Yao-Yang Tsai, Jyun-Wei He, Sen-Yeu Yang. Індукційне нагрівання форм PDMS з подвійними магнітними частинками для роликового тиснення. *Microsystem Technologies* (2023) 29:405–415, <https://doi.org/10.1007/s00542-023-05436-7>.
2. Chung-Woo Lee, Seok-Jae Lee, InJu Kim¹, Jisun Kim. Визначення дефектів з'єднань у зоні пайки мідних труб індукційним нагріванням за допомогою інфрачервоного теплового зображення на основі алгоритму CNN. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing* (2024) 25:687–697, <https://doi.org/10.1007/s12541-023-00944-y>.
3. Marek Hawryluk, Łukasz Dudkiewicz. Розробка та укладання високоефективної системи нагрівання та повторного нагрівання ковальських інструментів. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, <https://doi.org/10.1007/s40684-025-00704-5>

УДК 621.771

ВИКОРИСТАННЯ ЗАЕВТЕКТОЇДНИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Борисенко О.С. аспірант

Державний біотехнологічний університет

Наведені переваги використання заевтектоїдних сталей при високих температурах. Показано, що при виборі заевтектоїдної сталі для високотемпературного застосування необхідно ретельно оцінювати умови їх експлуатації.

Заевтектоїдні сталі, що містять понад 0.76% вуглецю, мають особливу мікроструктуру, яка може бути корисною при високих температурах. Зазвичай, така сталь складається з перліту (ферит + цементит) та вторинного цементиту, який виділяється по межах зерен аустеніту під час охолодження.

Переваги використання заевтектоїдних сталей при високих температурах полягають у її високій твердості та зносостійкості, збереженні міцності при помірно високих температурах, підвищеній стійкості до повзучості.

Висока твердість та зносостійкість забезпечується завдяки підвищеному вмісту вуглецю, що сприяє утворенню більшої кількості твердого цементиту, що забезпечує кращу стійкість до зношування, особливо важливу в умовах тертя при високих температурах. Хоча сталі загалом втрачають міцність з підвищенням температури, заевтектоїдні сталі можуть зберігати достатню міцність до певного рівня завдяки своїй структурі. Наявність цементитної сітки по межах зерен може певною мірою уповільнювати процес повзучості, хоча для екстремально високих температур потрібні спеціальні леговані сталі.

Заевтектоїдні сталі можуть використовуватися для виготовлення деталей, що працюють при помірно високих температурах і потребують високої твердості

та зносостійкості таких, як інструменти для гарячої обробки металів (деяких видів штампів, матриць, пуансонів, що не піддаються екстремальним температурам) та зносостійких елементів (вкладиши підшипників, кулачки, зубчасті колеса, що працюють при підвищених температурах, але без значних ударних навантажень).

При виборі заєвтектоїдної сталі для високотемпературного застосування необхідно ретельно оцінювати умови експлуатації, зокрема: максимальну робочу температуру; величину та характер навантажень (статичні, динамічні, ударні); наявність агресивного середовища та вимоги до зносостійкості. Залежно від цих факторів може знадобитися термічна обробка для оптимізації мікроструктури (наприклад, гартування з високим відпуском) або використання захисних покриттів.

Список використаних джерел

1. Skoblo T. S., Sidashenko A. I., Aleksandrova N. M., Belkin Ye. L., Vlasovets V. M., Klochko O. YU., Martynenko A. D. (2013), *Proizvodstvo i primeneniye prokatnykh valkov: spravochnik*, Khar'kov. TSD № 1. 572 s.

УДК 621.771

ВПЛИВ ВАКУУМУВАННЯ НА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ РОБОЧОГО ШАРУ ДВОШАРОВИХ ХРОМОНІКЕЛЕВИХ ВАЛКІВ ВИКОНАННЯ ЛПХНД

Автухов А.К. д.т.н. професор, Ковалевський Є.В. аспірант

Державний біотехнологічний університет

Хромонікелевий чавун активно використовується для виготовлення робочих двошарових прокатних валків. Однією з основних втрати працездатності цих виробів є викришування робочої поверхні, яке залежить від тріщиностійкості та термічної стійкості матеріалу. У наданих матеріалах розглянуто вплив вакуумування розплавленого хромонікелевого чавуну на ці показники для валків виконання ЛПХНД-71, які показують, що вакуумування помітно підвищує тріщиностійкість (на 12,35% у вибіленій зоні та на 11,96% у перехідній зоні) та термічну стійкість (на 14,95% у вибіленій зоні та на 14,56% у перехідній зоні) робочого шару валків.

Хромонікелевий чавун знайшов активне застосування як робочий двошаровий листопрокатний валок [1].

Однією з основних причин порушення працездатності двошарових прокатних валків листових станів є викришування робочої поверхні. Рівень руйнувань такого виду залежить від тріщиностійкості та термічної стійкості чавуну. Як параметр тріщиностійкості було обрано показник K_{IC} - критичний коефіцієнт інтенсивності напружень (МПа), а термічної стійкості - N_c - кількість циклів до руйнування, випробуваних на установці та за методикою, розробленою в УкрНДІметі стосовно умов роботи валків гарячої прокатки [2].

Раніше проведені дослідження [2] щодо експлуатаційної стійкості валків стану 2000 виконань ЛПХНд-63, ЛПХНд-71, ЛПХНд-74, виготовлені методом стаціонарного лиття показали, що найвищі експлуатаційні параметри характерні для валків виконання ЛПХНд-74. Найнижчі експлуатаційні показники в чистовій групі клітей у валків виконання ЛПХНд-63. Експлуатаційні характеристики валків виконання ЛПХНд-71 вищі, ніж у валків виконання ЛПХНд-63, але поступаються показникам валків виконання ЛПХНд-74. З огляду на те, що валки виконання ЛПХНд-74 дещо дорожчі за виконання ЛПХНд-71 і майже в 1,8 раза - за виконання ЛПХНд-63, а також з огляду на показники рентабельності роботи листопрокатних станів, для досліджень було обрано валки виконання ЛПХНд-71.

Одним із напрямів підвищення експлуатаційних властивостей виробів із хромонікелевого чавуну є рафінування розплавленого металу вакуумуванням. Це зумовлено тим, що обробка вакуумом розплавленого металу сприяє його перемішуванню та очищенню від неметалевих включень і домішок, а також підвищує експлуатаційні характеристики виробів [1].

Для оцінки впливу вакуумування на основні показники якості робочого шару валків виконання ЛПХНд обробку рідкого чавуну металу валків з хромонікелевого чавуну проводили в ковшах ємністю 10 і 30 т. Температура металу в ковші після очищення шлаків перед установкою його в камеру була 1360-1440 °С.

Перші 3-5 хв. обробку проводили за допомогою двох вакуумних насосів РМК-4, що працюють паралельно, після чого за досягненням тиску на виході 86,66-90,66 кПа включали додатково з'єднані послідовно два вакуумні насоси РВН-75 і РВН-30.

Розрядження у вакуум-камері фіксували за різницею показників барометра і вакуумметра. Розрядження становило 1,07-3,53 кПа.

Тривалість вакуумування вибирали з урахуванням температури металу перед вакуумуванням і необхідною температурою заливки. У дослідних плавках тривалість вакуумування становила 6-23 хв.

Дослідження робочого шару хромонікелевих валків виконання ЛПХНд-71 показало, що суттєвої відмінності в структурах валків, виготовлених з вакуумованого і не вакуумованого чавуну, не спостерігається. Структура валків складається з мартенситу, бейніту і карбідів. Зі збільшенням вмісту графітоутворювальних елементів (C, Si, Ni) у структурі з'являються включення графіту, а зі зменшенням - окремі трооститні колонії. Тимчасовий опір під час розтягування та вигину, ударна в'язкість і твердість у вакуумованих чавунів та не вакуумованих перебуває на однаковому рівні.

Відмінності є в показаннях тріщиностійкості та термостійкості. Тріщиностійкість вибіленої зони вакуумованого чавуну на 12,35% вища, ніж у чавуну традиційного способу виробництва, а перехідної зони - на 11,96%.

Термічна витривалість вибіленої зони матеріалу валків у результаті вакуумування розплавленого металу збільшилася на 14,95%, а перехідної зони - на 14,56%.

Збільшення показників тріщиностійкості та термостійкості може сприяти зниженню вифарбовування робочого шару хромонікелевих валків листових станів під час експлуатації та збільшенню показників їхнього ресурсу.

Список використаних джерел

1. Skoblo T. S., Sidashenko A. I., Aleksandrova N. M., Belkin Ye. L., Vlasovets V. M., Klochko O. YU., Martynenko A. D. (2013), Proizvodstvo i primeneniye prokatnykh valkov: spravochnik, Khar'kov. TSD № 1. 572 s.
2. Maslov A. A. (1978), Ustanovka dlya ispytaniy metallov v usloviyakh teplosmen. Zavodskaya laboratoriya. 5. S. 622-623.
3. Skoblo T. S., Avtukhov A. K., Sokolov R. G. (2013), Opyt ekspluatatsii rabochikh valkov stana 2000. Nauchniyat potetsial na sveta: materialy za IKN mezhdunarodna nauchna praktichna konferentsiya. Tom 20. Tekhnologii. Sofiya, Byal GRAD-BG, OOD 2013. S. 13-27

УДК 621.771

ДОСЛІДЖЕННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ЧАВУННИХ І СТАЛЬНИХ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ

Корнєв О.С. аспірант

Державний біотехнологічний університет

Надано інформацію щодо впливу надійності прокатних валків на продуктивність, якість готової продукції та економічну ефективність металургійних підприємств. Показано, що обґрунтовний аналіз факторів, що впливають на довговічність прокатних валків, дозволить оптимізувати режими експлуатації, впроваджувати ефективні методи зміцнення та відновлення їх при експлуатації.

У сучасному промисловому виробництві прокатні валки є одними з ключових і найбільш навантажених елементів прокатних станів. Їхня надійна та довготривала робота безпосередньо впливає на продуктивність, якість готової продукції та економічну ефективність металургійних підприємств. В умовах постійного зростання вимог до обсягів виробництва та якості металопрокату, питання підвищення ресурсу прокатних валків набуває особливої актуальності.

Чавунні та стальні прокатні валки, попри відмінності у своїх фізико-механічних властивостях, піддаються схожим механізмам зношування, включаючи абразивне зношування, втомне руйнування, термоциклічне навантаження та пластичну деформацію. Інтенсивність цих процесів залежить від цілого ряду експлуатаційних факторів, таких як хімічний склад прокату, температура прокатки, швидкість деформації, зусилля прокатки, а також від властивостей матеріалу самих валків та технології їх виготовлення і відновлення.

У зв'язку з цим, дослідження механізмів зношування та розробка методів прогнозування залишкового ресурсу чавунних і стальних прокатних валків є важливою науково-технічною задачею. Ґрунтовний аналіз факторів, що

впливають на їхню довговічність, дозволить оптимізувати режими експлуатації, впроваджувати ефективні методи зміцнення та відновлення, а також прогнозувати термін їхньої служби для своєчасного планування ремонтних робіт та запобігання аварійним зупинкам виробництва.

Завданням сучасних досліджень є комплексне вивчення процесів зношування чавунних і сталених прокатних валків, виявлення ключових факторів, що визначають їхній ресурс, та розробка методів прогнозування їхньої залишкової працездатності. Досягнення цієї мети сприятиме підвищенню ефективності та надійності прокатних виробництв.

Список використаних джерел

1. Skoblo T. S., Sidashenko A. I., Aleksandrova N. M., Belkin Ye. L., Vlasovets V. M., Klochko O. YU., Martynenko A. D. (2013), Proizvodstvo i primeneniye prokatnykh valkov: spravochnik, Khar'kov. TSD № 1. 572 s.

УДК 621.

ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ ПРИВАРЮВАННЯМ СТРІЧКИ

Мулярчук В.О. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Наведено інформацію щодо існуючих методів відновлення деталей машин сільськогосподарської техніки. Показано, що приварювання електроконтактної стрічки дозволяє оперативно та якісно відновлювати геометричні розміри та функціональні характеристики деталей машин та обладнання.

У сучасному сільськогосподарському виробництві, де інтенсивна експлуатація техніки є нормою, питання відновлення зношених деталей набуває особливої актуальності. Ефективність та економічність ремонтних робіт безпосередньо впливають на продуктивність господарства та його фінансові результати.

Існують різні методи відновлення деталей машин сільськогосподарської техніки такі як: зварювання та наплавлення, пластичне деформування, нанесення гальванічних та полімерних покриттів, електроконтактне приварювання металеві стрічки [1].

Зварювання та наплавлення використовується для відновлення зношених поверхонь деталей, таких як вали, шестерні, пальці. На пошкоджену поверхню наноситься шар металу з певними властивостями (твердість, зносостійкість), який потім обробляється до потрібних розмірів. Існують різні технології наплавлення, включаючи електродугове, газопорошкове, вібраційне тощо.

Пластичне деформування використовується для усунення незначних деформацій валів, осей відновлення форми погнутих деталей, таких як крила, капоти, рами.

Нанесення гальванічних та полімерних покриттів астосовуються для

відновлення розмірів зношених деталей та підвищення їх зносостійкості та антикорозійних властивостей.

Серед різноманітних методів відновлення, особливе місце займає приварювання електроконтактної стрічки. Цей прогресивний спосіб дозволяє оперативно та якісно відновлювати геометричні розміри та функціональні характеристики різноманітних деталей, що зазнали зносу в процесі експлуатації. Застосування даної технології безпосередньо в умовах господарства відкриває нові можливості для оптимізації ремонтних процесів, зниження витрат на придбання нових запчастин та скорочення простоїв техніки. Саме тому, дослідження ефективності застосування приварювання електроконтактної стрічки для відновлення деталей сільськогосподарського виробництва в умовах господарства є актуальним та має важливе практичне значення.

Список використаних джерел

1. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (- К.: Агроосвіта, 2015. 665 с.

УДК 631.173

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ТРАКТОРІВ JOHN DEERE

**Савченко В.М. к.т.н. доцент, Боровський В.М. ст. викладач,
Вазінський М.Ю., Дубінін Д.Ю. здобувачі освіти**

Поліський національний університет, м. Житомир

У статті розглянуто основні компоненти технічного сервісу тракторів John Deere, що забезпечують високу надійність і ефективність їх експлуатації. Описано розгалужену мережу сертифікованих дилерських та сервісних центрів, оснащених сучасними діагностичними та ремонтними засобами, а також чітко регламентовані процедури профілактичного обслуговування з інтервалами перевірок і заміни витратних матеріалів. Детально проаналізовано можливості віддаленого моніторингу та діагностики.

Технічний сервіс тракторів John Deere є невід'ємним елементом ефективної експлуатації сільськогосподарської техніки, що забезпечує максимальний час роботи та мінімізує простої машин. Розгалужена світова мережа офіційних дилерів та сервісних центрів гарантує доступність професійної підтримки незалежно від регіону експлуатації трактора. Компанія впровадила систему профілактичного обслуговування, яка включає чітко визначені інтервали технічних оглядів, заміни витратних матеріалів та контролю ключових параметрів машини.

Використання телематичної платформи JDLink™ дозволяє в режимі реального часу відстежувати місцезнаходження, стан та ефективність роботи тракторів, а також своєчасно виявляти потенційні несправності. Функція Connected Support™ надає можливість віддаленої діагностики та аналізу кодів несправностей, що суттєво скорочує час реагування сервісних інженерів.

Ключовим елементом сервісної стратегії є використання оригінальних запчастин, що забезпечує гарантійне покриття та надійність відновлених компонентів.

Для прискорення та спрощення процесу ремонту та налаштування обладнання доступний Customer Service ADVISOR™, який надає електронний доступ до технічних, діагностичних та операторських мануалів. Програма «Self-Repair Made Easy» розроблена для тих, хто бажає проводити дрібні ремонти та обслуговування самостійно, використовуючи інструменти електронного зв'язку EDL. Інтерактивні навчальні матеріали та відео-уроки доступні на платформі John Deere Operations Center™, що сприяє підвищенню кваліфікації операторів та техніків.

John Deere має розгалужену мережу офіційних сервісних центрів по всьому світу, що гарантує доступність технічної підтримки незалежно від місця розташування техніки. Кожний сервісний центр оснащений сучасним обладнанням для ремонту та діагностики, зокрема підйомниками, стендами для випробовування двигунів і високоточними інструментами для калібрування систем машин. Офіційні дилери проходять сувору сертифікацію John Deere, що забезпечує високу якість виконання робіт та відповідність стандартам компанії.

John Deere пропонує детальні чек-листи для передексплуатаційного та періодичного технічного огляду, які можна завантажити або придбати у дилера у вигляді друкованих бланків із вуглецевим папером. Рекомендовані інтервали обслуговування наведені в сервісних мануалах і залежать від наробітку годин: наприклад, кожні 100 годин чи щороку необхідно перевіряти й промивати акумулятор, міняти масло в двигуні та фільтри, очищувати охолоджувальні елементи й перевіряти систему запалювання (для бензинових двигунів). Щоденний контрольні пункти включають огляд на наявність витоків, перевірку рівнів мастил, стану повітряних фільтрів і очистку забруднених елементів, що дозволяє запобігти передчасному зносу вузлів і агрегатів. Завдяки чітко регламентованим процедурам профілактики забезпечується довговічність основних компонентів трактора та зниження витрат на аварійні ремонти.

Система JDLink™ забезпечує безперервний збір телеметричних даних із тракторів John Deere, даючи змогу віддалено моніторити робочі параметри, місцезнаходження машини, рівні палива та витрати палива в реальному часі.

За допомогою Connected Support™ дилер може отримувати повідомлення про потенційні несправності й віддалено підключатися до трактора для аналізу кодів несправностей (DTC), що значно скорочує час реагування та підвищує ефективність ремонтних робіт. Інструмент Service ADVISOR™ Remote дозволяє фахівцям дилера оперативно аналізувати діагностичні дані та готувати необхідні запчастини ще до виїзду на місце, тим самим мінімізуючи простої техніки. Customer Service ADVISOR™, доступний як веб-застосунок або десктопний клієнт, є централізованою базою технічних і операторських мануалів, а також програмою для калібрування й оновлення програмного забезпечення тракторів.

John Deere наполягає на використанні лише оригінальних запчастин, придбаних через офіційних дилерів, що дає право на покриття гарантії за

матеріальними дефектами й несправностями виробництва. Стандартна гарантія на нові двигуни для сільськогосподарських тракторів становить 24 місяці або 2000 мотогодин, залежно від того, що настане раніше. Крім того, компанія пропонує розширені плани гарантійного обслуговування та захисту, що включають додаткові модулі для аграрної та універсальної техніки, а також програми захисту двигунів OEM. У разі виявлення браку матеріалів чи виготовлення, дилер безкоштовно замінює деталь протягом гарантійного терміну, що знижує фінансові ризики власника машини.

John Deere пропонує рішення «Self-Repair Made Easy», яке передбачає використання Electronic Data Link (EDL) для самостійної діагностики тракторів, очищення кодів помилок та проведення обмежених калібрувань безпосередньо в полі чи в майстерні. Customer Service ADVISOR™ також доступний для придбання користувачами й незалежними сервісами, що дозволяє мати під рукою актуальні операторські й технічні посібники з ремонтів та обслуговування. Такі інструменти дають змогу власникам швидко усунути дрібні несправності й уникнути простою машини до приїзду техніка.

На порталі John Deere доступні електронні й друковані навчальні матеріали, включно з технічними та операторськими мануалами, каталогами запчастин, а також інструкціями з обслуговування. Компанія регулярно проводить навчальні курси для дилерських техніків та клієнтів, де охоплюються новітні технології тракторів, особливості роботи з JDLink™ і Service ADVISOR™, а також методики профілактики й ремонту. Онлайн-платформа John Deere Operations Center також містить навчальні відео та інтерактивні модулі з налаштування та використання цифрових сервісів.

Технічний сервіс тракторів John Deere характеризується високим рівнем інтеграції цифрових технологій, що дозволяють проводити профілактичне обслуговування за чіткими регламентами, віддалену діагностику й моніторинг техніки, а також своєчасну поставку оригінальних запчастин із гарантійним покриттям.

Самостійні інструменти ремонту й розвинена система навчання користувачів забезпечують швидке реагування на несправності й відповідну підтримку на всіх етапах життєвого циклу трактора.

Розгалужена мережа сертифікованих дилерів та інноваційні сервіси, такі як JDLink™ та Service ADVISOR™ Remote, мінімізують простой машин і оптимізують витрати на експлуатацію, що особливо важливо в умовах сучасного агробізнесу.

УДК 631.363-049.32

НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ПРИЧІПНИХ ЗМІШУВАЧІВ-КОРМОРОЗДАВАЧІВ

Новицький А. В., к.т.н., доц., Ружи́ло З. В., к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Змішувачі-кормороздавачі є технічними засобами, які використовуються для забезпечення раціональної годівлі великої рогатої худоби в аграрних підприємствах та фермерських господарствах [1]. Їх безвідмовна робота визначає ритмічність та ефективність виробничих процесів годівлі тварин. Серед літературних джерел відомо цілий ряд наукових статей, в яких представлені результати досліджень безвідмовності змішувачів-кормороздавачів [2, 3]. Разом з тим, обмеженість інформації про показники ремонтпридатності знижує можливість оцінки комплексних показників надійності та обґрунтування заходів для забезпечення їх працездатності. Відтак, забезпечення ремонтпридатності таких машин є одним з головних чинників її надійної експлуатації в умовах тваринницьких ферм [4]. Особливої актуальності це набуває для причіпних моделей змішувачів-кормороздавачів, які широко використовуються як вітчизняними, так і зарубіжними виробниками тваринницької продукції.

Метою представленої роботи є оцінка забезпечення ремонтпридатності змішувачів-кормороздавачів на прикладі причіпних моделей, які враховують конструктивні, технологічні, організаційні та експлуатаційні рекомендації, дозволяють знизити витрати на технічне обслуговування і ремонт.

Підвищення ремонтпридатності змішувачів-кормороздавачів базується на чотирьох ключових напрямках: конструктивному; технологічному; організаційному; експлуатаційному.

Конструктивне забезпечення передбачає модульну побудову машин (розділення на змінні вузли), використання уніфікованих деталей, зручний доступ до технічного обслуговування вузлів, а також застосування зносостійких матеріалів та змінних елементів, таких як футеровка бункера, ножі. На прикладі причіпних моделей KUHN PROFILE (Франція), Roto-mix (США); Siloking та Strautmann (Німеччина); Delaval (Швеція); Seko (Італія); Trioliet (Нідерланди) та інші., бачимо, що більшість з них мають болтові кріплення ножів і футерування, що спрощує технічне обслуговування та ремонт.

Технологічне забезпечення включає впровадження систем діагностики (датчики зносу, електронні ваги), використання ефективних типів з'єднань (болтових замість зварних там, де можливе обслуговування), а також наявність ремонтної документації. Більшість моделей причіпних змішувачів-кормороздавачів передбачають контроль зношування ножів та витків шнеків, що дозволяє своєчасно виявляти несправності та передбачити граничний стан.

Організаційне забезпечення ремонтпридатності змішувачів-кормороздавачів охоплює мережу сервісного обслуговування, логістику запасних частин, кваліфіковану підтримку операторів машин та підготовку

персоналу із сервісного обслуговування. В документації на використання змішувачів-кормороздавачів передбачені інструкції з експлуатації, графіки технічного обслуговування, схеми мащення вузлів.

Експлуатаційне забезпечення включає регулярне технічне обслуговування відповідно до регламенту, контроль за робочими режимами та недопущення перевантаження, своєчасну заміну витратних елементів, оцінку технічного стану вузлів та належні умови зберігання. Важливо дотримуватись періодичних перевірок технічного стану ножів, підшипників, шнеків та редукторів.

На прикладі причіпних змішувачів-кормороздавачів доведено, що комплексний підхід до забезпечення ремонтпридатності, що охоплює конструктивні, технологічні, організаційні та експлуатаційні рішення, дозволяє значно підвищити надійність роботи засобів для приготування та роздавання кормів [5]. Впровадження таких заходів дає змогу скоротити час і вартість простоїв, продовжити термін служби машин, знизити витрати на технічне обслуговування; забезпечити ефективну експлуатацію у господарствах різного рівня механізації.

Список використаної літератури

Moallem, U., & Lifshitz, L. (2020). Accuracy and homogeneity of total mixed rations processed through trailer mixer or self-propelled mixer, and effects on the yields of high-yielding dairy cows. December 2020. *Animal Feed Science and Technology*, 270, article 114708. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114708.

Novitskiy, A., Banniy, O., Novitskiy, Yu., & Antal, M. (2023). A study of mixer-feeder equipment operational reliability. *Machinery & Energetics*, 14(4), pp. 101-110. <https://doi.org/10.31548/machinery/4.2023.101>.

Revenko Ivan, Khmelovskyi Vasyl, Revenko Yulii, Rebenko Victor, Potapova Svitlana (2023). Justification of parameters affecting increase of hammer crusher productivity. *Engineering for rural development*. 24-26.05.2023 Jelgava. pp. 714-720.

Salih Şeflek, Haydar Haciseferoğullari. (2018). Finite element analysis for vertical mixer-chopper auger of mixer feeder with a capacity of 1.5 m³. *Selcuk J Agr Food Sci*, 32 (1), (pp. 67-72). DOI: 10.15316/SJAIFS.2018.66.

Novitskiy, A., Banniy, O., Novitskiy, Yu., Kharkovskyi, I., & Antal, M. (2024). Examination of maintainability indicators of feed preparation and distribution products. *Machinery & Energetics*, 15(4), 47-57. <https://doi.org/10.31548/machinery/4.2024.47>

Секція 7



**ОБЛАДНАННЯ
ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ
ВИРОБНИЦТВ**

УДК 631.561.6

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАТРОННИХ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СУМІШІ ВІДХОДІВ

Мельник С.М., здобувач наукового ступеню доктора філософії
Кошулько В.С. к.т.н. доцент, завідувач кафедри харчових технологій

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

Мельник М.М. технічний директор

ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро, Україна

Метою дослідження є визначення впливу мехатронних засобів контролю сортування на якість сортування суміші відходів соняшника, визначення напрямків застосування мехатронних засобів для сортування сільськогосподарських культур, визначення напрямків модернізації програмного забезпечення.

Успіхи впровадження у сільськогосподарське виробництво сучасних гібридів соняшника, які дозволили досягти рекордних врожаїв у 52 ц/га, висвітлили технологічну проблему у переробників соняшникової сировини, пов'язану з значними відмінностями морфологічних показників насіння, порівняно з сортами популяції, які вирощувалися в Україні. Головна морфологічна особливість насіння нової генерації – мінімальні розміри наявної повітряної порожнини між плодовою та насінневою оболонками, а у деяких сортів насіння соняшника нової генерації - це її відсутність.

Ця особливість насіння погіршила основні показники олієдобування через незадовільну якість шеретування та винос олійної домішки з лушпинням у відходи. Так, згідно до вимог технологічних регламентів олієдобування, олійна домішка у лушпинні не повинна перевищувати 4,0%, але дослідження зразків лушпиння, відібраних на десятках підприємств України, зафіксували перевищення, яке досягло на деяких підприємствах 12,0%.

Ситуація могла бути покращена комплексним запровадженням, по перше, автоматичного моніторингу наявної кількості олійної домішки у лушпинні, по друге - адаптивного сортувального обладнання для видалення олійної домішки із лушпиння, по третє – автоматичного моніторингу відсортованого лушпиння.

Державними стандартами ДСТУ 4138-2002, ДСТУ 7123:2009 встановлена періодичність контролю якості лушпиння 1 раз у квартал, причому методи контролю лушпиння на вміст олійної домішки відсутні. Вимоги щодо методів контролю та відсутність відповідного обладнання були обумовлені бізнес ситуацією, коли фінансові результати діяльності по переробці лушпиння були негативними через низьку вартість одержаних продуктів переробки лушпиння. Ситуація змінилась через різке підвищення вартості енергоресурсів, що спонукало операторів олійного ринку спробувати досягнення енергетичної автономії підприємств через використання лушпиння в якості джерела теплової та електричної енергії. Ціна лушпиння від нуля в 1998 року піднялася до 1200

грн за тонну у 2020 році, а через 2 роки окремі оператори стали пропонувати закупівлю лушпиння за 5100 грн за тонну. Серйозним спонуканням для операторів олійного ринку у переробці лушпиння стала тенденція використання «зеленого палива», яке стало експортним товаром. Головними перешкодами для використання невідсортованого від олійної домішки лушпиння стали екологічні проблеми при спалюванні «зеленого палива» та технологічні проблеми при пресуванні паливних гранул.

При використанні лушпиння з вмістом невідсортованої олійної домішки спалюванню піддаються також фрагменти ядра, які містять целюлозу, фосфатиди, протеїни. Складові фрагментів при спалюванні генерують сполуки вуглецю, які при контакті з атмосферною вологою створюють кислоти вуглецю, фосфатиди генерують сполуки фосфору, створюючи фосфорну кислоту, протеїни – генерують сполуки азоту та сірки, створюючи низку сірчаных та азотних кислот. Тому використання негранульованого палива, а також гранульованого палива, потребує інвестування у додаткове газоочисне обладнання.

Кількість пилу і осипу (механічна міцність), згідно до ДСТУ 7124, не може бути більше ніж 5,0% для пресованих паливних гранул, але досягти показників механічної міцності гранул можливо при забезпеченні адгезивної здатності лігніна, яка залежить від 2 головних технологічних факторів: температури процесу формування гранул і кількості тригліцеридів у суміші.

При масовій частці жиру й екстрактивних речовин в абсолютно сухій речовині лушпиння більше ніж 4,5% згідно до ДСТУ 7123, одержати паливні гранули стандартної механічної якості стає неможливо. Але високоолійні та високоолієнові сорти соняшника мають ботанічну масову частку жиру та екстрактивних речовин у лушпинні значно більшу, ніж масова частка у сортів популяції соняшника і досягають критичних для пресування показників у 4,5%.

Крім того, насіння нової генерації має менші розміри та більш еластичну насінневу оболонку, що погіршує процес шеретування та вимушує запровадження подвійного шеретування для недоруша та лушпиння, чим запроваджується додаткова сорбційна олійність лушпиння через значний контакт лушпиння з фрагментами ядра за часом. В залежності від технологічних особливостей технологічної лінії пресування на кожному підприємстві, показник сорбційної олійності підвищує загальну олійність ще на 1%, чим ще більше погіршуються умови пресування якісних гранул.

Але найбільша проблема в технології пресування паливних гранул - це наявність олійної домішки у лушпинні. Методами ручного розбирання лушпиння соняшника дослідники встановили, що найкращий результат сортування лушпиння серед десятка олієекстракційних і пресових підприємств мають підприємства, на яких встановлено додаткове решітне сортувальне обладнання для лушпиння та бітер сепаратори для лушпиння. Таким чином, сумарна ботанічна, сорбційна масова частка жиру та екстрактивних речовин у лушпинні та додаткова масова частка жиру, яка додана олійною домішкою, значно перевищують можливості реалізації технології пресування гранул та

вимушили сконцентруватися операторів переробної промисловості на утилізації лушпиння через спалювання у котлах для одержання технологічної пари та пари для електрогенераторів.

На порядок денний стала проблема відсортювання лушпиння від олійної домішки, першим етапом вирішення якої є моніторинг олійної домішки у лушпинні.

Складові лушпиння та їх три морфологічні особливості визначили і напрямок пошуків методів вилучення жиру та екстрактивних речовин у лушпинні.

Ботанічну олійність лушпиння можливо вилучити, відомі різноманітні технології екстракції, але через відсутність економічної доцільності відомих технологій і невелику вартість продуктів, які одержуються, технології не мають виробничої реалізації.

Сорбційна олійність – це результат технологічних рішень при виборі технологічної схеми олієдобування та вибору низки окремих машин у лінії. Вирішальне значення має показник часу контакту лушпиння з фрагментами ядра, який можливо зменшити через відмову повернення недорушу на повторне шеретування, а також відмови від контролю лушпиння. Технологічні рішення мають своїм результатом або мінімум інвестиційних витрат, або мінімум експлуатаційних витрат, що повинно враховуватися при прийнятті компромісного рішення про проект технологічної лінії. Так само як і ботанічну олійність сорбційну олійність можливо вилучити за допомогою тих же самих методів.

Олійна домішка – складова лушпиння, яку можливо вилучити, з використанням методів, які існують для сортування насіння.

До вивчення фізико-технічних властивостей лушпиння з метою вилучення олійної домішки і розробки конструкцій техніко-технологічного забезпечення засобів переробки, конструкцій для визначення кількості олійної домішки сортуванням лушпиння зверталися провідні вчені Степаненко С.П., Михайлов Є.В., Алієв Е.Б. та інші.

Дослідниками проведено вивчення можливостей застосування способів та обладнання, яке теоретично могло бути пристосовано для потреб як моніторингу, так і для використання при сортуванні лушпиння за даними літературних джерел та проведено дослідження автоматичних засобів технологічного оснащення аналізів.

Ринок лабораторного обладнання для аналізів соняшникового насіння наповнений моделями різних торговельних марок і виробників, ось їх неповний перелік: WESTRUP A/S, Pfeuffer, And, Bastak, BCC, Chopin, Dickey- John, Draminski, Erkaya, Farmex, Force-A, Foss, GODE, Isoelectric та інші. Але відсутність нормативів, методик та відповідного обладнання для визначення кількості олійної домішки у лушпинні вимушують використовувати метод ручного розбирання, який має низку недоліків. Цим трудомістким методом можливо визначення кількості олійної домішки з довільною похибкою.

Дослідники провели порівняльне сортування модельної суміші різними

методами і лабораторним обладнанням у порівнянні з контрольним ручним розбирання та було визначено, що лабораторне механічне обладнання має конструкцію, яке використовує один або декілька наявних способів подільності зернової суміші: визначення олійної домішки за геометричними ознаками подільності, за ознакою щільності, за аеродинамічною та аспіраційною ознаками. Жодний зразок механічного лабораторного обладнання не має сенсу у використанні для визначення олійної домішки за розбіжності від 12 до 40 разів з методом ручного сортування.

У всіх моделях лабораторного обладнання не реалізовані конструкції, що використовують всі доступні способи сортування сумішей за відомими ознаками подільності частинок сміття і відходів, і не створюється агрегатоване лабораторне обладнання[1].

Аналогічний результат був одержаний при використанні сучасного лабораторного обладнання, у конструкцію якого закладено визначення показників сучасними цифровими методами спектрального аналізу, ядерного магнітного резонансу, та ін. Кількість цільового продукту можливо визначити тільки після ретельної сепарації суміші, після якої вже немає сенсу у визначенні кількості олійної домішки.

Дослідники мали припущення про можливість застосування лабораторного обладнання - фотосепаратора, але дослідження у виробничих умовах показало неможливість сортування за хмари аспіраційних відходів суміші, які супроводжують процес видалення домішки і блокують поле фотофіксації. При цьому зупиняється процес сортування як такий.

Результатами теоретичних та експериментальних досліджень зроблено висновки про можливості створення лабораторної сортувальної машини [2], в якій закладено усі можливі ознаки подільності суміші та додатково створено спеціальну конструкцію живильника для подачі на сортування суміші у двостадійному плинному середовищі [3].

Висновок.

Дослідженнями джерел встановлено, що Всі роботи з удосконалення процесу сепарування лушпиння зводилися, загалом, не до розробки та впровадження нових способів сепарування, а тільки до поліпшення режимних параметрів роботи машин, що сепарують: оптимізації роботи ситових поверхонь, поліпшення аеродинамічних умов в аспіраційних камерах, посилення контролю лушпиння перед виведенням її з виробництва та ін.

Слід зазначити, що досліджень, спрямованих на розробку нових, більш ефективних способів поділу рушанки та лушпиння, практично не проводилось, хоча ця операція викликала дуже багато питань у вчених і фахівців олійно-жирової промисловості.

Через відсутність системності та пропущені етапи технічної еволюції технологічного обладнання, а саме відсутність багатокритеріальності у конструкції засобів технологічного забезпечення для сортування лушпиння, способи лабораторного визначення та обладнання для аналізу випередили технічний рівень засобів технологічного забезпечення, що не надає можливості

скористатися перевагами цифрації результатів аналізів через відсутність негативного зворотного зв'язку з засобами технологічного забезпечення.

Список використаних джерел

1. Мельник С.М., Кошулько В.С., Мельник М.М. Стан та перспективи впровадження обладнання для визначення вмісту домішок у олійній сировині. Матеріали XXIV Міжнародної наукової конференції «Науково-технічні засади розроблення, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій», присвяченої 90-річчю від дня народження Леоніда Погорілого, 13 вересня 2024 року, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; Україна, Дослідницьке, [С.69-73], 2024. – 176 с.

2. Алієв Е.Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 2023. 340 с.

3. Мельник С.М., Кошулько В.С., Мельник М.М. Мехатронний засіб реалізації способу двостадійного сортування відходів насіння соняшника у текучому (псевдорозрідженому) середовищі. Інжиніринг технологій і технічних систем агропромислового комплексу. Збірник тез III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (15 листопада 2024 р.). Частина 1. Інжиніринг технічних систем агропромислового виробництва. Дніпро. ДДАЕУ, 2024. – С.53-55. <https://www.dsau.dp.ua/ua/page/materiali-konferencij.html>

4. Мельник С.М., Кошулько В.С. Поточний стан та перспективи вдосконалення техніко-технологічного забезпечення визначення олійної сировини у відходах. Інноваційні технології в АПК: Збірник тез доповідей X міжнародної науково-практичної конференції, 3-4 квітня 2025 р. м. Луцьк [Електронний ресурс] – Луцьк: Луцький НТУ, 2025. – 302 с.

UDC 663.615

MODELING OF A STATIC MIXER IN BIOTECHNOLOGY PRODUCTION

Shevchenko Andrii¹, Prasol Svitlana¹, Dolomakin Yurii², Babanova Olena²

¹State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

²National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine

In static mixers, also called fixed or inline mixers, the liquid is pumped through a pipe containing stationary blades. This mixing technique is particularly well suited for laminar flow mixing, as it generates only small pressure losses in this flow mode. On the other hand, this design eliminates the contamination of liquid substances due to the closed piping system.

The results were obtained through simulation modeling using the Comsol program, which provided a detailed analysis of the specified parameters under varying conditions. The software's advanced computational capabilities allowed for precise numerical solutions, ensuring the reliability of the obtained data. By leveraging its multiphysics modeling tools, the simulations accounted for multiple interacting physical phenomena, enhancing the accuracy of the results. The study utilized

predefined material properties and boundary conditions within Comsol to replicate real-world scenarios, enabling a thorough evaluation of the system's behavior. Post-processing features were then employed to visualize and interpret the simulation outcomes, facilitating a deeper understanding of the underlying dynamics.

The geometry of the structure is primarily defined by the internal radius of the pipe, denoted as R , which serves as the key dimensional parameter influencing the overall configuration. Each insert within the pipe has a consistent length of $3R$, ensuring a proportional relationship between the insert dimensions and the pipe's cross-sectional size. The flow conditions at the inlet are characterized by a laminar regime, with the fluid entering at a specified average velocity, ensuring predictable and smooth flow behavior without turbulent fluctuations. At the outlet boundary, the pressure is set to a constant reference value of 0 Pa, establishing a fixed pressure condition that allows for straightforward analysis of pressure gradients and flow dynamics along the pipe's length. This setup facilitates a controlled environment for studying the interaction between the inserts and the fluid flow, particularly in terms of velocity profiles and pressure distribution under laminar conditions. The use of a reference pressure at the outlet also simplifies post-processing by providing a clear baseline for comparative assessments.

The problem of finding the kinematic and dynamic parameters is solved by solving the Navier-Stokes equation by simulation:

$$\begin{aligned}\rho(\mathbf{u} \cdot \nabla)\mathbf{u} &= \nabla \cdot [-p\mathbf{I} + \mu(\nabla\mathbf{u} + (\nabla\mathbf{u})^T)] \\ \rho(\nabla \cdot \mathbf{u}) &= 0\end{aligned}\quad (1)$$

where μ – dynamic viscosity, $\text{kg}/(\text{m}\times\text{s})$, u – speed, m/s , ρ – liquid density, kg/m^3 , and p – pressure, Pa.

The mixing is convective and diffusive. The results show that most of the mixing occurs where the blades change direction of spin (three middle insets 2).

The outlet uses an outflow boundary node to assign vanishing diffusion in the normal direction. At the inlet, a step change in concentration is applied using an inlet node. The input concentration is defined as:

$$c_{\text{ex}} = \begin{cases} 0 & x < -\frac{\delta}{2} \\ c_0 & x \geq -\frac{\delta}{2} \end{cases} \quad (2)$$

The concentration changes smoothly over a small transition zone $\delta = 0.3$ mm. Due to the sharp concentration gradient and the fact that convection is involved, a fine mesh is required to avoid fluctuations in the concentration field.

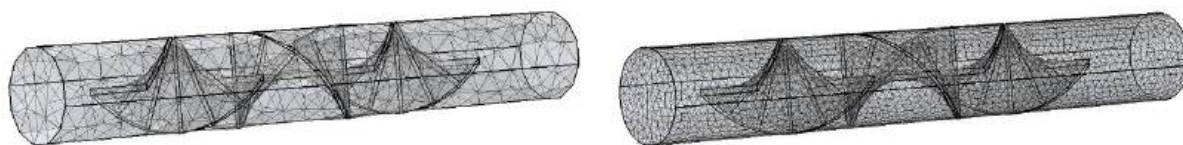


Fig. 1 Grid for calculating dynamic parameters and concentration

The Reynolds number in the mixer, based on the average speed and pipe

diameter, is small, on the order of one hundred units. This indicates that the flow is laminar and the fluid flow does not require a particularly dense design mesh at the walls. On the other hand, the Peclet number for mass transfer is much higher:

$$Pe = \frac{ud_p}{D} = 1200$$

This means that the concentration gradient will be thinner than the shear layers in the flow. Consequently, a higher mesh resolution is required for mass transfer than for fluid flow. Since the concentration does not affect the fluid flow, we first solve the Navier-Stokes equation on a coarse grid and then apply the solution to a finer grid to obtain the mass transfer solution. The model further increases the resolution by using second-order elements for concentration.

Conclusion.

The study confirmed laminar flow conditions, indicated by a low Reynolds number, which simplified the fluid dynamics calculations while necessitating a finer mesh for accurate mass transfer resolution due to the high Peclet number. The results demonstrated that the most efficient mixing occurred near the middle inserts where the blades changed direction, highlighting the importance of geometric configuration in enhancing convective and diffusive mixing. Overall, provided valuable insights into the interplay between flow dynamics and mixing efficiency in laminar pipe flows, offering a foundation for further optimization of similar systems.

References

1. Fung Y.C., Pin T., Xiaohong, C. Classical and computational solid mechanics. Second edition. / New Jersey : World Scientific, 2017.
2. Coulson, J.M., Richardson, J.F. et al. Chemical engineering. Vol. 1, Fluid flow, heat transfer and mass transfer / Butterworth-Heinemann, 1999.

УДК 631.56

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЯЧМЕНЮ

Дерев'янюк Д.А. д.т.н. професор, Куликівський В.Л. к.т.н. доцент,
Гадзін В.В. здобувач ВО

Поліський національний університет, м. Житомир

У статті проведено комплексний аналіз ключових методів післязбиральної обробки ячменю — очищення, сушіння, кондиціювання, сортування, зберігання та упаковка — з огляду на їхній вплив на якість зерна, тривалість зберігання та запобігання псуванню. Зокрема, розглянуто механічні технології видалення домішок та аспірацію для усунення пилу й лушпиння; оптимальні режими сушіння до вмісту вологи 12–14 % із застосуванням протитечійних зерносушарок та інфрачервоних методів; роль кондиціювання в рівномірному розподілі вологості та температури для збереження міцності оболонки зерна; сортування й калібрування за розміром для підвищення однорідності фракцій; сучасні системи автоматизованої аерації й охолодження для підтримки оптимальних температурно-вологісних режимів у сховищах; а також впровадження герметичних мішків і біотехнологічних біоплівків для захисту від шкідників і мікотоксинів.

Післязбиральна обробка зерна ячменю є критичним етапом у ланцюгу забезпечення якості та безпеки продукції, що впливає на схоронність, технологічні властивості і товарну привабливість зерна. Сучасні агропідприємства все частіше впроваджують комплексні технологічні рішення для мінімізації втрат, зниження ризику ураження шкідниками та патогенами, а також забезпечення відповідності стандартам солодового та харчового виробництва.

Правильне проведення комплексу післязбиральних операцій дозволяє зменшити фізичні втрати до 1–2 %, захистити зерно від псування та мікотоксिनного ураження, а також зберегти його біологічні та технологічні характеристики для подальшої переробки. Крім того, ці операції сприяють підтриманню оптимальної вологості зерна (не вище 14 %) і рівномірному розподілу температур, що особливо важливо для солодового ячменю.

Механічне очищення ячменю є базовим етапом післязбиральної обробки, основне завдання якого — видалити з партії зерна домішки різного походження (солома, ґрунт, камінці та ін.) ще до подальших технологічних операцій. Від ефективності цього процесу залежить збереження фізичних властивостей зерна, зниження абразивного зносу обладнання та гарантування високих показників якості кінцевої продукції. Оптимальні режими механічного очищення дозволяють зменшити втрати ячменю до 1–2 % і мінімізувати ризик інфікування під час зберігання.

Плоскі решітні класифікатори та вібраційні ситові грохоти забезпечують первинний поділ зерна і домішок за розміром, рухаючи зернову масу по похилій поверхні з вібрацією. Завдяки регульованій амплітуді коливань і куту нахилу цих

пристроїв досягається одночасне видалення великих і дрібних включень без пошкодження зернівки. Для невеликих підприємств застосовуються прості моделі з ручною наладкою сит, тоді як великі елеватори віддають перевагу автоматизованим системам із електронним контролем параметрів.

Циліндричні барабанні сепаратори (drum cleaners) широко використовуються для фракціонування зерна ячменю за розміром і вагою, рухаючи його всередині перфорованого барабана під заданим кутом нахилу. Налаштування швидкості обертання та діаметра отворів барабана дозволяє гнучко адаптувати процес під різні партії та рівні забруднення. Такі сепаратори ефективно відокремлюють крупні домішки та пошкоджене зерно, підвищуючи однорідність партії перед сушінням.

Індентні циліндричні сепаратори (indented cylinder separators) реалізують очищення за принципом різниці в довжині частинок, проникних у спеціальні виїмки на внутрішній поверхні обертового барабана. Цей метод дозволяє відокремити матеріали, близькі за шириною до зерна, але відмінні за довжиною (частини очерету, стебла та ін.). Індентні сепаратори є незамінними у виробництві солоду, де важлива висока чистота ячменю та відсутність сторонніх фрагментів.

Аспіраційні системи використовують потік повітря для вилучення легких домішок (пилу, лушпиння) з потоку зерна, піднімаючи їх вгору та відводячи окремо від насіння. Сучасні аспіратори оснащуються датчиками швидкості повітря та фільтрами, що забезпечують стабільність процесу та мінімальні втрати ячменю. Крім очищення, такі системи допомагають знизити пожежонебезпеку та поліпшити умови праці на елеваторі.

Гравітаційні сепаратори (gravity tables) відрізняються високою точністю поділу за питомою вагою частинок, пропускаючи зерно по похилій вібруючій платформі з керованим потоком повітря. Легкі домішки піднімаються вгору й видаляються, тоді як важчі фракції остаються ближчими до поверхні, забезпечуючи чітке розділення за щільністю. Цей метод особливо ефективний для видалення дрібних камінців і глинистих часток, які не піддаються попередній обробці.

Дестонери поєднують механічні коливання та аерацію для вилучення важких неорганічних домішок (камінці, металеві включення), прокочуючи оброблену масу по жорсткому сити нижнього шару під заданою частотою вібрацій. Ці пристрої здатні пропускати понад 5 т/год і є важливим елементом на завершальному етапі машинного очищення при високих обсягах обробки.

Нарешті, після застосування автоматизованих систем часто проводять ручне довершальне сортування невеликих партій або контрольні вибірки, щоб гарантувати відповідність жорстким вимогам до харчового та солодового ячменю. Такий комплексний підхід—поєднання плоских і циліндричних грохотів, аспірації, гравітаційних і дестонуючих машин з ручним оглядом—забезпечує максимальну чистоту зерна та мінімальні втрати при післязбиральній обробці.

Оптимальне сушіння ячменю передбачає зниження вологості зерна до

рівня не вище 12–14 %, що запобігає росту грибків та утворенню мікотоксинів під час зберігання. Високі температури сушіння можуть прискорити процес, але перевищення 110 °F (43 °C) для солодового ячменю або 140 °F (60 °C) для фуражного зерна призводить до зниження якості білків і погіршення схожості насіння.

У протитечійних зерносушарках гаряче повітря подається назустріч потоку зерна, що забезпечує більш рівномірне сушіння та зменшує енерговитрати порівняно з плітовими сушарками. Сучасні зерносушарки обладнують багатозонними камерами, де температура й швидкість повітря автоматично регулюються залежно від вологості в кожній зоні. Завдяки цьому можна підтримувати температуру зерна нижче критичних меж і уникнути термічних пошкоджень оболонки.

Інфрачервоне сушіння (IR-сушіння) застосовують як доповнення до конвективного, особливо для партій із підвищеною початковою вологістю. IR-промені проникають всередину зерна, прискорюючи віддачу вологи з внутрішніх шарів, що дозволяє зменшити загальний час сушіння до 25–30 % порівняно з традиційними методами. Проте висока інтенсивність IR-сушіння може спричинити утворення тріщин у зародку, що негативно впливає на енергію проростання бардюрного ячменю.

Під час низькотемпературного (сонячного або природного) сушіння зерно розкладають тонким шаром на спеціальних майданчиках і періодично перемішують для рівномірного віддавання вологи. Цей метод є енергоощадним та екологічно безпечним, але його ефективність сильно залежить від погодних умов і може займати від кількох днів до тижня при вологості повітря нижче 60 %.

Контроль вологості під час сушіння здійснюють за допомогою вбудованих вологомірних датчиків, які забезпечують точність $\pm 0,5$ %. Цифрові системи управління дозволяють автоматично зупиняти процес, коли досягається задана цільова вологість, що мінімізує ризик пересушування та втрати маси зерна. Інтеграція цих систем із сенсорами температури гарантує, що внутрішня температура зерна не перевищує допустимі межі для збереження схожості.

Після завершення активного сушіння зерно піддають охолодженню до температури навколишнього середовища протягом 12–24 годин, щоб уникнути утворення конденсату при складанні до зерносховища. Раптове охолодження високим потоком повітря може викликати температурні напруження та тріщини в оболонці, тому практикують поступове зниження температури з підтримкою низької швидкості повітря.

Впровадження гібридних систем (поєднання конвективного та інфрачервоного сушіння) дозволяє оптимізувати енергоспоживання та якість зерна, зменшуючи середній час сушіння на 15–20 % і зберігаючи необхідні технологічні властивості. Такі установки оснащені програмованими контролерами, що враховують початкову вологість партії та зовнішні умови, забезпечуючи адаптивний режим роботи.

Отже, вибір методу сушіння залежить від фінансових можливостей

підприємства, кінцевого призначення ячменю (солодовий чи фуражний), кліматичних умов та вимог до якості кінцевого продукту. Поєднання різних технологій і сучасних систем контролю дозволяє досягти оптимальних результатів з мінімальними втратами зерна і збереженням його фізико-хімічних властивостей

На сучасному етапі післязбиральної обробки ячменю активно впроваджуються цифрові та біотехнологічні рішення, що дозволяють підвищити ефективність управління якістю зерна, зменшити втрати та забезпечити прозорість ланцюга постачання. Серед ключових інновацій — безпілотні літальні апарати (БПЛА) з мультиспектральними сенсорами для моніторингу стану зернових масивів у сховищах; Інтернет речей (IoT) із датчиками вологості та температури для автоматизованого контролю умов зберігання; застосування штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання для прогнозування розвитку плісняви й шкідників; біологічні покриття на основі лактобактерій для боротьби з мікотоксинами; а також блокчейн-технології для створення незмінних систем трасування кожної партії зерна від поля до споживача. Інтеграція цих рішень відкриває нові можливості для підвищення конкурентоспроможності українського ячменю на світових ринках.

Сучасні дрони обладнують мультиспектральними, гіперспектральними та тепловими сенсорами, що дозволяє проводити високоточний моніторинг температури та вологості зернового шару в реальному часі. Аналіз отриманих даних за допомогою алгоритмів машинного навчання дозволяє виявляти “гарячі” зони підвищеної вологості або початкові осередки розвитку плісняви з точністю до декількох сантиметрів. Це забезпечує своєчасне втручання та локалізоване охолодження або аерацію, що мінімізує втрати та зберігає фізико-хімічні властивості зерна.

Поєднання безпілотних систем моніторингу, IoT та ШІ відкриває новий рівень ефективності в управлінні післязбиральною обробкою ячменю, дозволяючи проводити превентивні заходи проти псування й автоматизувати процеси контролю з мінімальними витратами людських ресурсів. Біотехнологічні захисні плівки та цифрові двійники дають змогу забезпечити максимальний рівень безпеки та прозорості, а блокчейн-трасування формує довіру на всіх етапах ланцюга поставок.

Впровадження цих інноваційних рішень на вітчизняних елеваторах і виробництвах сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українського ячменю на світових ринках, зниженню втрат у процесі зберігання та транспортування, а також відповідності міжнародним стандартам якості та безпеки.

УДК 631.362

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕРТЯ КОЧЕННЯ ТА ПРИЛАДУ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

**Богомолів О.В. д.т.н. професор, Михайлов В.М. д.т.н., професор,
Богомолів О.О., Бойко Е.В. аспіранти**

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Обґрунтовано спосіб визначення коефіцієнтів тертя кочення, в якому сутність процесу визначення коефіцієнта кочення частинки полягає, в фіксації кута нахилу похилої площини, на якій знаходиться частинка, при поступовому його збільшенні до початку руху частинки, визначенні тангенсу цього кута і множенні його на радіус частинки.

Для визначення коефіцієнти в тертя спокою використовують прилади різних конструкцій, в яких або вимірюють силу тертя [1, с. 94-103], або кут нахилу похилої площини φ під яким починається ковзання частинки, і коефіцієнт тертя визначають за формулою: $f = tg\varphi$.

Для визначення коефіцієнтів тертя спокою сипких матеріалів з мінливими значеннями, визначають його середньостатистичну величину шляхом визначення коефіцієнтів для великої кількості частинок, тому для підвищення продуктивності запропоновано прилад, представлений на рис.1. в [2, с. 9], або ще більш удосконалений в [3, с. 1-3].

Для визначення коефіцієнтів тертя ковзання застосовують, як правило широко відомий простий прилад академіка Желіговського В.А. [4], або прилади більш складних конструкцій [2, с. 16],

З визначенням коефіцієнта тертя кочення для дрібних кулястих частинок виникають проблеми, тому що силу тертя за допомогою динамометрів виміряти неможливо, бо вона дуже мала, до того ж вона хоч і називається силою тертя кочення, по суті є силою тертя спокою, точніше спокою-кочення, не є безрозмірною, як коефіцієнти тертя спокою та тертя ковзання, а вимірюється лінійною величиною мм, або м.

Тож по суті приладів для визначення коефіцієнтів тертя кочення поодиноких дрібних частинок немає.

Метою досліджень є обґрунтування способу визначення коефіцієнтів тертя кочення та приладу для його здійснення.

Переважає більшість способів та приладів для визначення коефіцієнтів тертя призначені для неперекидних частинок, тобто для частинок, що здатні рухатися з ковзанням по поверхні. Однак, значна їх частина має кулясту форму і здатна до кочення по нахилений площині, наприклад насіння сільськогосподарських культур. В цьому зв'язку пропонується найпростіший спосіб та прилад, що дозволяє визначити коефіцієнт тертя кочення. Розрахункова схема способу та приладу показана на рис. 1.

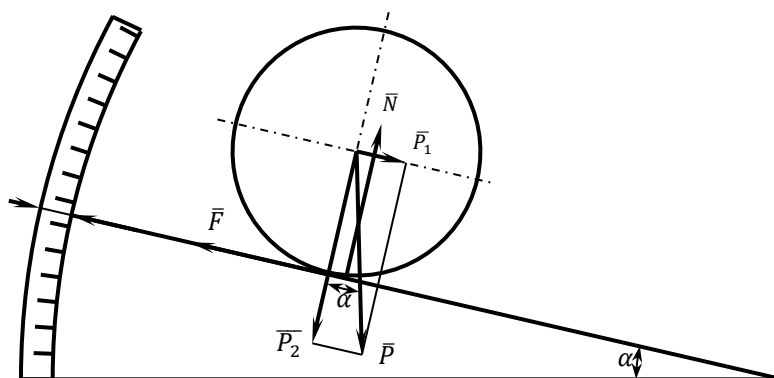


Рис. 1. Розрахункова схема способу визначення коефіцієнтів тертя кочення

В цьому приладі нахилена площина виконана поворотною з використанням пристрою для заміру кута нахилу. В основу роботи приладу покладені наступні міркування.

Якщо розкласти силу $\bar{P}$ на складові $\bar{P}_1$ і $\bar{P}_2$ при граничному положенні рівноваги коли $\alpha = \alpha_1$, то видно що рушійна сила $Q = P_1 = P \sin \alpha_1$, а нормальна реакція

$$N = P_2 = P \cos \alpha_1.$$

Відомо, що $Q = \frac{K}{R} N$,

де: K – коефіцієнт тертя кочення, м;

R – радіус частинки, м.

Після перетворень отримаємо:

$$K = R \tan \alpha_1.$$

При зменшенні K до нуля кут α , також зменшується до нуля. Очевидно, що рівновага зберігатиметься при будь-якому куті $\alpha < \alpha_1$. Частинка при $\alpha < \alpha_1$ буде в спокої, якщо одночасно коефіцієнт тертя кочення f_0 частинки по площині буде таким, що $f \geq \tan \alpha$, тобто якщо $f_0 > \frac{K}{R}$, що зазвичай і буває. Якщо ж виявиться, що $f_0 \leq \frac{K}{R}$, то при $\alpha = \alpha_1$ частинка не буде в спокої і почне рухатись по площині.

Таким чином, процес визначення коефіцієнта K полягає в фіксації кута α_1 шляхом повільного збільшення кута α до початку руху частинки і визначені його за формулою 6.

Для прикладу було визначення коефіцієнти тертя кочення, та ковзання насіння проса та ріпаку, гороху та сої. Цей набір культур характерний округлістю насіння, розміри проса та ріпаку малі та майже однакові, а гороху та сої значно більші і теж близькі між собою за розмірами. В таблиці 1. наведені середні коефіцієнти та кути кочення та ковзання цих культур. Кути та коефіцієнти тертя ковзання були визначені за допомогою приладу академіка Желіговського В.А.

Таблиця 1- Показники тертя по фанері технічній різних культур

Культура	Просо	Ріпак	Горох	Соя
Кути та коефіцієнти тертя				

Коефіцієнт тертя кочення, <i>мм</i>	0,38	0,32	1,08	1,46
Коефіцієнт тертя ковзання	0,41	0,44	0,43	0,42
Кут тертя кочення, <i>град</i>	12,0	11,2	10,2	13,6
Кут тертя ковзання, <i>град</i>	22,2	23,8	23,9	22,6

Отримані результати кутів та коефіцієнти тертя ковзання вибраних культур мають незначні розбіжності. Між кутами тертя ковзання розбіжності 1,6°, а коефіцієнтами тертя 0,03. Трохи більше розбіжності між кутами α_1 , при якому частинки починають кочення (цей кут можна назвати кутом кочення). А от коефіцієнти тертя кочення для обраних культур мають інші розбіжності, і зростають ці розбіжності зі збільшенням діаметру зернин, між просом і ріпаком - 0,06 мм, горохом і соєю- 0,38 мм. А якщо взяти середнє між просом-ріпаком та горохом і соєю, то ці розбіжності значні і складають - 0,92 мм. Тобто коефіцієнт тертя кочення значно зростає для зерна з більшими розмірами.

Висновки:

Запропонований метод визначення коефіцієнтів тертя кочення відрізняється простотою, не потребує складних приладів і за допомогою похилої площини з фіксацією кута, при якому починається кочення дозволяє визначати коефіцієнти тертя кочення.

Список використаних джерел

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. М.: Изд-во Наука, 1972. – 480 с.
2. П.М. Заика, Г.Е. Мазнев. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. М.: Колос, – 1978. -287 с.
3. Пат.158522 Україна МПК G01№19/02.Прилад для визначення коефіцієнтів тертя сипких матеріалів. О.В. Богомолів, В.М. Михайлов, О.О. Богомолів та ін. № u202401911 Заявл. 11.04.2024; Опубл.19.02.2025.- 4с.
4. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів [Електронний ресурс]: практикум/ Ю.О. Манчинський, М.В. Бакум, В.І. Пастухов та ін. 2-е вид., перероб і доп.-Харків: 2010.- 224 с.

УДК 628.5.66

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЛОНИ РЕКТИФІКАЦІЇ СПИРТУ

**Михайлов В.М.¹ д.т.н. професор, Шевченко А.О.¹ к.т.н. доцент,
Бабанова О.І.² ст. викладач, Петенко В.В.² здобувач ВО**

¹Державний біотехнологічний університет (ДБТУ), м. Харків, Україна

²Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

Метою модернізації колони ректифікації спирту є удосконалення конструкції з оснащенням колони тарілками з двома зонами контакту фаз в результаті чого відбувається зменшення ефіроутворень в результаті зменшення часу перебування бражки в колоні та зменшення витрат пари, внаслідок підвищення ефективності тарілки.

У масообмінних колонах спиртової промисловості традиційно застосовуються ковпачкові та сітчасті тарілки, які демонструють стабільну ефективність за умов порівняно невисоких швидкостей пари. Однак сучасні вимоги до інтенсифікації виробництва змушують шукати способи підвищення продуктивності брагоректифікаційних процесів. Одним із ключових напрямків є збільшення парорідинних навантажень, що дозволяє не лише підвищити вихід готової продукції, але й оптимізувати конструкцію обладнання.

Зростання швидкості пари сприяє зменшенню габаритів колон, що, у свою чергу, веде до скорочення виробничих площ і зниження витрат матеріалів на виготовлення апаратів. Це особливо важливо з точки зору економічної ефективності, оскільки зменшується металоємність конструкцій та енерговитрати на їх експлуатацію. Крім того, компактніші установки дозволяють знизити капітальні витрати на будівництво нових виробничих ліній або модернізацію існуючих. Проте, підвищення парорідинних навантажень потребує ретельного розрахунку та оптимізації конструкції тарілок, щоб уникнути таких негативних явищ, як захлебування, збільшення гідравлічного опору або зниження якості поділу суміші. Отже, розробка нових типів контактних пристроїв, здатних ефективно працювати в умовах підвищених навантажень, залишається актуальним завданням для галузі. Впровадження таких рішень дозволить суттєво підвищити економічну ефективність виробництва спирту без втрати технологічної надійності.

Одним із перспективних напрямків удосконалення контактних пристроїв для масообмінних процесів у хімічній, нафтохімічній та суміжних галузях промисловості є застосування принципу направленої горизонтальної потоку обох фаз у зоні контакту. Цей підхід суттєво відрізняється від традиційних конструкцій, де переважно використовується протиточний або перехресний рух фаз. Головною особливістю гідродинаміки таких пристроїв є орієнтація горизонтальної складової швидкості пари у тому ж напрямку, що й рух рідини. Така організація потоку створює певний ефект – пара не лише проходить через шар рідини, а й активніше штовхає її у бік зливу. В результаті значно зменшується ймовірність утворення застійних зон, покращується рівномірність

розподілу рідини по поверхні тарілки та підвищується інтенсивність масообміну.

Важливою перевагою цього рішення є можливість суттєвого збільшення пропускної здатності колони як по рідині, так і по парі без ризику виникнення «захльобування». Це відкриває нові перспективи для інтенсифікації процесів ректифікації, абсорбції та інших масообмінних операцій. Крім того, зниження гідравлічного опору та більш ефективне використання робочого об'єму апарату дозволяють досягти економії енергоресурсів та зменшити експлуатаційні витрати. Проте реалізація таких конструкцій вимагає ретельного розрахунку геометричних параметрів тарілок, кутів нахилу переливних пристроїв та інших характеристик, щоб забезпечити оптимальний баланс між інтенсивністю процесів і стійкістю роботи апарата.

Інтенсивна турбулізація паро-рідинної системи, яка досягається в умовах прямого потоку, викликає збільшення і оновлення міжфазної поверхні. Прямий потік дозволяє реалізовувати переваги режиму ідеального витиснення.

В результаті покращуються дифузійні характеристики контактних пристроїв і значно підвищуються коефіцієнти масопередачі.

Найбільш характерною конструкцією контактних пристроїв являється тарілка з S-подібних елементів типу "Юніфлакс". З'єднані між собою S-подібні елементи утворюють жолоби і ковпаки односторонньої дії. З однієї сторони на кожній секції знаходяться трапецієвидні прорізи. Торці ковпаків закриваються заглушками. Висота зливної перегородки дорівнює висоті секції. Робоча площа тарілки - 80 % від перерізу колони.

З групи струйних одно напрямлених контактних пристроїв, характерної конструкції, являються пластинчаті тарілки. Вони збираються з похилих пластин, які розміщені під кутом $4...11^\circ$. Вільний переріз тарілки може складати від 10 до 40 %. Зливний поріг відсутній.

Таким чином, в спиртовій промисловості найбільше розповсюдження мають барботажні однонаправлені тарілки.

Дослідження горизонтальних однонаправлених контактних пристроїв показали їх окремі переваги. Це більш ширший діапазон і високі границі роботи, створення умов рівномірного розподілення течії потоків по тарілкам, низькі гідравлічні опори, порівняна простота конструкції, мала металоємність тарілок, технологічність їх виготовлення.

Розширення виробництва може бути здійснене не тільки за рахунок встановлення нового обладнання, а й з економічних міркувань шляхом модернізації існуючого обладнання. Тому важливим є розробка способів модернізації типових тарілок бражних колон спиртозаводів, які дозволяють перевести режим руху двофазної системи бражка-пар барботажного на проточний.

Здійснення цього можливо, встановивши додаткові конструктивні елементи. Виготовлення і установка цих елементів не повинні представляти складнощів для будь-якого спиртзаводу.

В результаті установки цих елементів, повинні проявитися всі переваги проточного однонаправленого руху фаз. Враховуючи значні економічні

результати прямоточних тарілок, поставлена задача переходу роботи сітчастих барботажних тарілок типових бражних колон на прямоток без розбирання колони і з мінімальними затратами.

Одним з варіантів, дозволяючих забезпечити горизонтальний прямоточний рух парової і рідкої фаз на типових сітчастих переточних тарілках, може бути установка на них додаткових конструктивних елементів.

Особливістю типових сітчастих тарілок являється те, що отвори розташовані рядами, паралельними перелевній і зливній планкам. Це полегшило установку на тарілці додаткових конструктивних елементів для досягнення прямоточного руху.

В якості конструктивних елементів, забезпечуючих досягнення прямотоку, застосовані похилі пластини. Направляючі дії цих пластин заключається в слідуючому. Пара, яка виходить з отворів тарілки у вертикальному напрямку, вдаряється в похилу планку і змінює свій напрямок.

Похилі пластини виставляються так, щоб пара отримувала напрямок в сторону зливу. В такому випадку кінетична енергія пари у визначній мірі використовується на прискорення руху рідини від переливної планки до зливної.

Після літературного пошуку та вивчення питання по модернізації ректифікаційної колони, аналізу існуючих конструкцій контактних пристроїв для перегонки бражки нами було запропоновано нові і більш перспективні їх конструкції. А саме, оснащення ректифікаційної колони тарілками з двома зонами контакту фаз, що дає можливість підвищити ефективність і продуктивність колони. Це досягається шляхом створення додаткових зон контакту фаз та переходом від перехрестно-протиточного до прямоточного руху фаз.

Висновок.

Модернізація ректифікаційних колон шляхом переходу на прямоточний режим роботи тарілок доводить свою високу ефективність, забезпечуючи зростання продуктивності апарату на 25...30 %. Це досягається за рахунок оптимізації гідродинамічних умов взаємодії фаз, що дозволяє інтенсифікувати масо- та теплообмінні процеси без збільшення габаритів обладнання.

Додатковим економічним ефектом є раціональне використання тепла барди, яке забезпечує зниження енерговитрат на самій колоні на 12...15 %, а в масштабах всього брагоректифікаційного устаткування (БРУ) – на 7...8 %. Це не лише зменшує собівартість продукції, але й сприяє енергоефективності виробництва в умовах сучасних вимог до ресурсозбереження. При цьому за рахунок зменшення часу перебування бражки в колоні підвищується якість бражного дистиляту так і спирту в цілому, що дуже важливо при виробництві харчового спирту.

Список використаних джерел

1. Проектування реакторів біотехнологічних та фармацевтичних виробництв : навч. посібник / Л.І. Ружинська та ін. Київ : НТУ «КПІ», 2014. 130 с.
2. Extractive distillation with ionic liquids as solvents: selection and conceptual process design / H. Gutierrez, P. Juan // A catalogue record is available from the Eindhoven University of Technology Library, 2013. P. 2-11.

УДК 636.8.039

МОДЕРНІЗАЦІЯ АВТОКЛАВУ ДЛЯ СТЕРИЛІЗАЦІЇ М'ЯСНИХ КОНСЕРВІВ

Шевченко А.О.¹ к.т.н., доцент, Бабанова О.І.², Беседа С.Д.² ст. викладачі,
Кувіта Д.Б.² здобувач ВО

¹Державний біотехнологічний університет (ДБТУ), м. Харків, Україна

²Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

Метою модернізації автоклаву для стерилізації м'ясних консервів є удосконалення конструкції вузла відкривання кришки в результаті чого відбувається зручне і гарантійне відкриття кришки автоклаву.

Для досягнення повної забезпеченості населення якісними м'ясними консервами та витіснення імпорتنих аналогів з вітчизняного ринку необхідний комплексний підхід, що передбачає одночасне розширення виробничих потужностей, оновлення асортиментної лінійки та оптимізацію витрат. Першочерговим завданням є збільшення обсягів виробництва за рахунок модернізації технологічних ліній, впровадження енергоощадного обладнання та автоматизації ключових виробничих процесів. Це дозволить не тільки наростити кількість продукції, але й забезпечити стабільну якість у кожній партії.

Паралельно необхідно розширювати асортимент за рахунок розробки нових видів консервів, адаптованих до сучасних споживчих уподобань – зі зниженим вмістом жирів, додаванням функціональних інгредієнтів, у зручних форматах упаковки. Особливу увагу слід приділити використанню м'ясної сировини вітчизняного походження, що дозволить підтримати місцевих виробників.

Необхідною умовою виробництва високоякісної м'ясної продукції, а саме м'ясних консервів є високий рівень санітарної і особистої гігієни. Виробництво високоякісних м'ясних продуктів – це комплексна задача. Її рішення залежить від удосконалення комплексної і безвідходної переробки сировини, подальшої автоматизації і механізації підприємств м'ясопереробної галузі.

Продукти, що консервуються в герметичній тарі, піддаються стерилізації або пастеризації. Призначення цих процесів - припинити прояв життєдіяльності мікроорганізмів шляхом термічного оброблення і тим самим створити умови для тривалого зберігання продуктів без псування. Стерилізація продуктів проводиться при температурі від 100 °С і вище, пастеризація – при температурі від 75 до 100 °С.

При виробництві консервів основною операцією є стерилізація м'ясних консервів в автоклавах. Стерилізацією називають процес нагрівання продукту вище 100 °С. Теплове оброблення консервів в автоклавах, призначених для стерилізації, проводять в основному двома способами:

- гострою насиченою парою без протитиску (для консервів в жерстяній тарі місткістю до 500 см³);
- водою, що підігрівається парою, з протитиском (для консервів в скляній тарі і в жерстяних банках місткістю понад 500 см³).

Спосіб стерилізації м'ясних консервів вибирають з урахуванням матеріалу, з якого виготовлена тара і її об'єму.

Розрізняють автоклави вертикальні для стерилізації консервів в жерстяній і скляній тарі парою або в воді та горизонтальні для стерилізації консервів в жерстяній тарі парою.

Найбільшого поширення набули серійні вертикальні автоклави Б6-КА2-В-2 (два кошики) і Б6-КА2-В-4 (чотири кошики місткістю 0,535 м³ кожний) для стерилізації м'ясних консервів.

Найбільш універсальним стерилізаційним апаратом, який дозволяє здійснювати тепловий процес при будь-яких умовах під атмосферним чи надлишковим тиском, є вертикальний автоклав періодичної дії. Проте головним недоліком цих апаратів є періодичність в роботі і низька продуктивність при використанні ручної праці для закривання і відкривання кришки.

Після літературного пошуку та вивчення питання по модернізації автоклаву, нами було вирішено встановлення пневмоцилінду на автоклав у вузлі відкривання кришки. Саме встановлений пневмоциліндр зможе замінити ручний спосіб відкриття кришки автоклава на пневматичне відкриття вузла відкривання кришки. Такий пневмоциліндр дуже простий та зручний в експлуатації та роботі. Були проведені розрахунки для того, щоб підібрати саме потрібний пневмоциліндр для відкриття кришки. Після того як ми провели ряд певних розрахунків було визначено, що потрібно встановлювати пневмоциліндр довжиною 590 мм і діаметром поршня 80 мм, який гарантовано буде відкривати кришку. Саме зусилля на спрацювання даного процесу повинно бути в 3-4 рази більшим від маси кришки.

Реалізація зазначених заходів у комплексі дозволить не лише повністю задовольнити внутрішній попит, але й створити передумови для виходу українських м'ясних консервів на міжнародні ринки, витіснивши імпорتنі товари з вітчизняних торгових полиць.

Висновок.

Запропоноване технічне рішення по модернізації автоклаву, яке полягає в покращенні роботи обладнання, а саме в зручному, безпечному та гарантійному відкритті кришки автоклаву є основним техніко-економічним результатами даної модернізації. Внаслідок зменшення часу на відкривання і закривання кришки автоклаву знижуються трудові витрати внаслідок автоматизації процесів завантаження і розвантаження і відповідно збільшення продуктивності технологічних ліній та виробництва м'ясних консервів в цілому.

Список використаних джерел

1. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв : підручник / О.М. Чепелюк, О. М. Гавва, І. Г. Бабанов та ін. Київ : Сталь, 2021. 805 с.
2. Технологічне обладнання м'ясопереробних підприємств : навч. посібн. / Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, В.Ю. Сухенко, В.П. Василів. За ред. проф. Ю.Г. Сухенка. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2016 516 с.

3. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: підручник / М.М. Клименко, Л. Г. Віннікова, І.Г. Береза та ін. За ред. М.М. Климента. Київ : Вища освіта, 2006. 640 с.

УДК 664.723

ДОСЛІДЖЕННЯ СУШІННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ В ШАХТНІЙ ЗЕРНОСУШАРЦІ

**Богомолів О.В. д.т.н. професор, Гурський П.В. к.т.н. професор,
Іващенко С.Г. к.т.н. доцент, Бочарніков І.О., Бойко Є.В., аспіранти**

Державний біотехнологічний університет

Одним з головних факторів отримання гарного врожаю зернових є стан насіннєвого матеріалу. Від його очищення, якості залежить схожість, ріст, виповненість та інші властивості зерна [1, 2].

Однією з основних технологічних операцій є сушіння зерна. Від якісного сушіння залежить зберігання зерна, при якому не будуть виникати такі фактори псування зерна як виникнення та розвинення шкідників, мікроорганізмів, пліснявих грибів, дихання зерна [3, 4, 5, 6].

Процес сушіння насіннєвого матеріалу проводять, в основному шахтних сушарках. Використання зерносушарок інших типів обмежено вимогами до якості насіннєвого матеріалу. Вибір сушарок залежить від продуктивності, конструкції, матеріальної спроможності підприємства, можливості придбання палива для сушарки (газ, тверде та рідке паливо) [7]. Також беруть до уваги те, щоб сушарка була економічна, проста у користуванні.

Враховуючи те, що насіннєве зерно треба сушити при менших температурах до 40 °С ніж продовольче вибір раціональних режимів дає можливість застосування їх в великих об'ємах шахтних сушарках великої продуктивності. При збільшенні нормативних температур при сушінні можна отримати здуте зерно, денатурацію білків при перегріванні зерна, що призведе до втрат схожості при вирощуванні рослин.

Досліджували тривалість процесу сушіння зерна пшениці від температури та швидкості теплоносія в шахтній сушарці. Використання зерносушарок інших типів обмежено вимогами до якості насіннєвого матеріалу. Температуру теплоносія встановили 60 °С. Кінцевою вологістю зерна визначили 15%.

Результати дослідження тривалості процесу сушіння насіннєвого зерна приведені в таблиці.

Таблиця. Тривалість процесу сушіння зерна пшениці залежно від температури та швидкості

Швидкість агенту сушіння, м/с	Час сушіння насіннєвого зерна пшениці при різних температурах, год.			
	25 °С	30 °С	35 °С	40 °С
0,20	14,4	12,7	10,2	7,8
0,25	11,4	10,7	8,5	6,5
0,30	9,8	8,7	7,2	5,8

Висновки.

Отже, зважаючи на те, що нагрівання повітря на 1° С знижує його відносну вологість на 4-5%, головним фактором прискорення сушки є підвищення температури агенту сушіння до меж, безпечних для якості насіннєвого зерна. Для підвищення продуктивності сушильної установки зазвичай використовують максимально допустиме нагрівання агента сушіння. Вихідним параметром для розрахунку є допустима температура нагрівання безпосередньо зерна. Встановлено, що при зниженні температури теплоносія з 40 до 25 відбувається збільшення часу сушіння зерна на 85%.

Важливим моментом процесу сушіння насіннєвого зерна є те, що від вибору правильних режимів сушіння залежить отримання зерна, яке достатньо стійке при зберіганні та не втрачає з часом насіннєві властивості.

Список використаних джерел

1. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Іващенко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. –Харків, «Діса+»: –2023. –408с.

2. Determination of ways of improving the process of separation of seed materials on the working surface of the pneumatic sorting table. Vadym Bredykhin, Taras Shchurb, Liliia Kis-Korkishchenko, Serhii Denisenko, Serhii Ivashchenko, Andrzej Marczukf, Oleg Dzhidzhorag, Maciej Kubonh, Agricultural Engineering. No. 1: 2024, Vol 28, -PP. 51-71. <https://doi.org/10.2478/agriceng-2024-0005>

3. Гурський П.В., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Вербицький В.О. Дослідження режимів сушіння зерна пшениці. /Матер. Міжнар. науково-практ. конф. Сучасні напрямки технології та процесів перер. і харчових виробництв ” – Харків: ХНТУСГ, 2019. – С. 33-34.

4. Гурський П.В., Іващенко С.Г., Болдир Є.О. Дослідження процесу сушіння зерна пшениці в шафових зерносушарках із застосуванням конвективного способу. /Матер. Всеукр. науково-практ. конфер. здобувачів вищої освіти і молодих вчених “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв”. –Х: ДБТУ, 2023. –С. 52-54.

5. Богомолів О.В., Гурський П.В., Бредихін В.В., Іващенко С.Г. Вибір раціональних режимів сушіння зерна. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. “Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі”. –Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. –С.146-149.

6. Гурський П.В., Іващенко С.Г., Марков О.М. Дослідження процесу активного вентилявання зернової маси при зберіганні. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ». –Х: ДБТУ, 2024. – С. 338-341.

7. Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Маніло В.Л., Заїка В.П., Шерстюк В.С. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв. Навч. посібник. –Харків, «Міськдрук»: –2014. –254с.

УДК 664.661

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЕЧІ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

**Шевченко А.О.¹, к.т.н. доцент, Косточка О.Д.¹ здобувач ВО,
Михайлов Б.В.², викладач, Бабанова О.І.³ ст. викладач**

¹Державний біотехнологічний університет (ДБТУ), м. Харків, Україна,

²Відокремлений структурний підрозділ «Харківський фаховий коледж харчової промисловості Державного біотехнологічного університету»
(ВСП ХФКХП ДБТУ), м. Харків, Україна

³Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

Виконано модернізацію печі для виробництва хлібобулочних виробів з метою удосконалення процесу шляхом впровадження електроконтактного нагріву (ЕКН). Розробка дозволяє забезпечити більш рівномірне прогрівання, зменшити енергоспоживання та підвищити якість готової продукції.

На сьогодні для забезпечення населення якісною хлібобулочною продукцією та для зменшення залежності від імпортової сировини й готових виробів необхідно навчатись застосовувати нові технології та методи розвитку в галузі. Це передбачає розширення виробничих потужностей, оновлення технологічного обладнання, удосконалення рецептур та впровадження енергоощадних технологій. Головним завданням є модернізація звичайної печі шляхом інтеграції системи електроконтактного нагріву, що в перспективі дозволить підвищити енергоефективність, стабільність температурних режимів і якість майбутніх виробів. Ця технологія дає змогу не лише збільшити обсяги виробництва, а також забезпечити стабільно високий рівень якості хлібобулочних виробів.

Поряд із технічною модернізацією виробничого процесу важливо також приділити увагу розширенню асортименту хлібобулочних виробів, орієнтуючись на актуальний споживчий попит. Серед них – зменшення вмісту цукру, солі та жирів, використання спеціальних добавок, таких як вітаміни, злаки, насіння та харчові волокна. Також важливо приділити увагу на можливість впровадження нових видів упаковки, які б були зручними при транспортуванні та зберіганні, як виробнику, так і споживачу.

Надійне забезпечення якості хлібобулочних виробів можливе тільки за умови дотримання санітарно-гігієнічних вимог та технологічного контролю на всіх етапах виробництва. Випікання є ключовим процесом всього виробництва, який значною мірою формує органолептичні, фізико-хімічні та смакові характеристики майбутнього хліба, тому питання вдосконалення процесу теплової обробки має важливе значення.

Традиційні підходи до організації хлібовипікання часто супроводжуються великими енергетичними втратами та часу на кожен цикл; відсутністю автоматизованого обладнання, що в свою чергу призводить до збільшення собівартості кінцевої продукції. Сучасне обладнання використовується для

теплової обробки хлібобулочних виробів і характеризується низьким коефіцієнтом корисної дії (ККД). Така особливість зумовлена інерційністю теплопередачі та нерівномірністю нагрівання заготовок. Тривалість процесів бродіння тіста, вистоювання та випікання, також залишається важливим питанням, бо вона зменшує продуктивність ліній.

Одним із перспективних підходів до вирішення зазначених проблем є впровадження системи електроконтактного нагріву (ЕКН). ЕКН – це ефективна технологія, яка широко використовується в харчовій промисловості, в нашому випадку в хлібопекарстві. Вона забезпечує високу енергетичну ефективність через миттєве перетворення електричної енергії на теплоту, що знижує витрати на енергоресурси. Даний метод дозволяє точно контролювати температуру забезпечуючи рівномірний прогрів тіста і покращення структури хліба. Швидкість нагрівання завдяки ЕКН скорочує час виробничих циклів і є більш екологічним методом в порівнянні з традиційними. Системи автоматизації дозволяють точно налаштовувати температурні режими і керувати енергією, що в свою чергу оптимізує виробничий процес і підтримує стабільну якість продукції.

Запровадження ЕКН як альтернативи традиційним методам теплопередачі дозволяє досягти більшої рівномірності та стабільності температурного режиму в печі. Цей метод нагріву буде сприяти покращенню якості випічки, збереженню вологи в тісті та оптимальній структурі виробів.

Основна мета при випіканні – це досягти бажаного ступеня готовності тіста при мінімальних втратах вологи та збереженні структури. Використання методу ЕКН дає змогу вирішити ці завдання завдяки точному регулюванню температури, а також зменшити споживання електроенергії, що прагне зробити кожен виробник і що є актуальним в умовах постійного зростання вартості електроенергії.

Порівняємо традиційну пекарську піч, оснащену електричними ТЕНами та піч з системою ЕКН, щоб зрозуміти, який тип нагріву є більш ефективним для сучасного виробництва.

Традиційна пекарська піч працює за принципом непрямого нагріву, тобто тепло передається від ТЕНів до повітря і від повітря до виробів. Зазвичай випічку завантажують у вже розігріту піч, тому час прогріву такої печі може коливатись від 10 до 20 хвилин, що може бути неприємним для виробництва, де важлива швидкість. Крім того, традиційна піч може мати проблему з рівномірністю температури, особливо при великому завантаженні. Це означає, що випікання не завжди буде рівномірним, з можливими ділянками пересушеності або недопеченості.

Щодо енергоспоживання, традиційні печі споживають значну кількість енергії, бо велика кількість тепла втрачається через теплоізоляцію та через використання непрямих методів передачі тепла. Керування процесом в даних печах може бути обмежена, оскільки система має певну інерційність і не дозволяє оперативно коригувати температуру в режимі реального часу. Якість випікання залежить від завантаження та рівня теплообміну, що іноді може

призводити до поганих результатів.

Піч з системою ЕКН працює за принципом прямого контакту нагрівальних елементів з металевими поверхнями, що дозволяє значно знизити час прогріву. Печі з ЕКН досягають робочої температури за 3...5 хвилин, що є великою перевагою для швидкості виробництва. Рівномірність температури в такій печі значно вища завдяки точному керуванню нагрівом і відсутності інерційності. Таке обладнання дозволяє отримувати стабільну якість випікання без недопечених або пересушених ділянок.

Енергоспоживання в печах з ЕКН менше порівняно з традиційними печами, адже тепло передається до випікання без втрат через повітря або інші проміжні етапи. Керованість процесом є однією з основних переваг таких печей.

Традиційні печі з ТЕНами потребують більш простого обслуговування, однак можуть стикатись з проблемами зношування ТЕНів, що знижує ефективність роботи.

Печі з ЕКН вимагають ретельнішого догляду за контактами та електробезпекою. Вони більш стійкі до механічних зносів завдяки прямому нагріву. Піч з ЕКН є більш екологічною, оскільки не має прямих викидів в атмосферу, порівняно з газовими печами, що робить її привабливим варіантом для сучасних пекарських підприємств.

Таким чином, система електроконтактного нагріву має суттєві переваги перед традиційною піччю: вона швидша в роботі, більш енергоефективна, забезпечує рівномірне та стабільне випікання з високою точністю контролю температури.

Висновок.

Електроконтактний нагрів дозволяє знизити енергоспоживання, зменшити викиди шкідливих речовин та покращити екологічні показники виробництва. Модернізація пекарських печей через впровадження системи ЕКН дозволяє значно підвищити ефективність виробництва, знизити енергоспоживання та забезпечити рівномірне і стабільне випікання продукції. Печі з ЕКН швидше досягають робочої температури, забезпечують точне регулювання температури і зменшують витрати електроенергії порівняно з традиційними пічними системами. Це робить ЕКН перспективним рішенням для покращення якості хлібобулочних виробів та підвищення економічної ефективності пекарських підприємств.

Список використаних джерел

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарного виробництва : підручник. Київ : Логос, 2002. 365 с.
2. Технологічні особливості електроконтактних методів обробки харчових продуктів / О.І. Черевко та ін. // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. Харків : ХДУХТ, 2010. Вип. 2 (12). С. 124-128.
3. Технологія хлібопекарського виробництва [Електронний ресурс] : курс лекцій для учнів спеціальності «Пекар», 2 розряд. Калуш : ВПУ №7, 2017. 83 с.

Режим доступу : <https://vpu7.com.ua/documents/e-library/spec-tech-kp/tehnologiya-hlibopekarskogo-vyrobnytva.pdf>.

4. Розробка комплексу технологічного обладнання для виробництва хліба / А.О. Шевченко та ін. // Молодь і технічний прогрес в АПВ : Міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 листопада 2024 р. : матеріали. – Харків : ДБТУ, 2024. С. 444-447.

УДК: 641.538.06

ВДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТІВ ДЛЯ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ІЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Лебединець І.В. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Розглядається питання вдосконалення теплових апаратів, які працюють за допомогою ІЧ-випромінювання з метою покращення показників якості та смакових властивостей готових харчових продуктів.

При проектуванні або вдосконаленні теплових апаратів для обробки харчових продуктів, науковці галузі переробних і харчових виробництв як правило акцентують увагу на підвищенні ефективності та зменшенні питомих витрат енергії даного обладнання. Проте, разом з цим, велике значення мають органолептичні показники, якість та можливість засвоюваності організмом людини готової продукції, приготованої в запропонованих апаратах.

Як відомо, хлібобулочні, м'ясні, та овочеві страви з гарними органолептичними показникам та якістю, наші предки зі стародавніх часів отримували при приготуванні їх в традиційній українській печі. В ній варили, парили, смажили, пекли, гріли та «томили». Завдяки великій теплоємності української печі, температура в ній поступово зменшується протягом тривалого часу, що сприяє отриманню, наприклад якісної випічки – спочатку швидко утворюється хрумка скоринка, а потім «доходить» внутрішній шар. При цьому дослідники стверджують, що продукти, приготовані таким способом отримують більше корисних та поживних властивостей, та набагато смачніші ніж продукти, приготовані на плиті, в духовій шафі або іншими способами.

Проведені попередні аналітичні дослідження показують, що традиційна українська піч працює в основному за рахунок інфрачервоного випромінювання. Як відомо інфрачервоне випромінювання має широкий діапазон, від найменшої довжини хвилі в 0,74 мкм до найбільшої, приблизно 2000 мкм, що межує з мікрохвильовим випромінюванням (НВЧ). У побуті та закладах швидкого приготування широко використовуються мікрохвильові печі, які працюють на частоті 2450 МГц, що відповідає довжині хвилі 122,4 мм, тобто в 60 разів більше, ніж максимальне ІЧ-випромінювання.

Діапазон ІЧ-випромінювання, за однією із класифікацій, умовно розділяють на три ділянки: короткохвильова (0,75...5 мкм), середньохвильова (5...30 мкм) та довгохвильова (30...2000 мкм). Слід відзначити, що більш довгим хвилях властива менша енергія квантів, наприклад короткі хвилі мають енергію

кванта приблизно до 1,7 еВ, а довгі хвилі – до 0,4 еВ.

Відомо, що здатність випромінювання здійснювати певний вплив на речовину у цілому, безпосередньо залежить від енергії квантів. Велика кількість процесів, що відбувається у продуктах при термообробці випромінюванням характеризуються пороговою енергією — якщо енергії квантів недостатньо, вони не зможуть спровокувати «надпороговий процес».

Зокрема, енергії квантів НВЧ–випромінювання достатньо лише для збудження обертальних рівнів основного електронно-коливного стану молекул води. Тобто НВЧ-печі за рахунок свого електромагнітного поля можуть «обертати» тільки молекули води, що містяться в продуктах, рух яких і викликає нагрівання продуктів. Таким чином відбувається мікрохвильове приготування, сушіння продуктів, та їх розігрівання або розморожування.

Енергія квантів ІЧ-випромінювання теж збуджує атоми і молекули, але вже не тільки води, а й білків, жирів, вуглеводів, що призводить до більш високого і якісно іншого рівня енергетичної взаємодії – білки, жири і вуглеводи безпосередньо змінюють свою структуру майже одночасно.

Як відомо, традиційну українську піч будували з цегли та глини, а її основна робоча температура складала 200...250 °С. При таких температурах, згідно графіку Планка розподілу спектральної випромінювальної здатності абсолютно чорного тіла (АЧТ), найбільш потужне випромінювання приходить на довжину хвилі в межах 5...6 мкм, що відповідає середньохвильовій ділянці.

За таких довжин хвиль цегляна кладка внутрішніх стін української традиційної печі має ступінь чорноти 91...93 %, що наближається до показника АЧТ, в той час як у полірованого алюмінію або сталі, з яких виготовляють робочі камери промислових духових шаф та грилів становить не більше 7 %.

В процесі роботи внутрішні стіни української печі, згідно теорії випромінювання, віддають оброблюваному продукту приблизно 90 % поглинутої ІЧ-енергії від багаття. Отже, максимальна щільність ІЧ-випромінювання стінок робочої камери промислової або побутової духової шафи при температурі 200 °С, очевидно буде набагато менше щільності випромінювання стінок традиційної української печі.

Таким чином, можна припустити, що одним із факторів, які призводять до кращої якості та відмінних смакових властивостей продуктів, приготованих в традиційній українській печі є більш висока щільність та рівномірність ІЧ-випромінювання по всьому її внутрішньому об'єму. Під час такого нагрівання ІЧ-промені рівномірно проникають у продукт на певну глибину, і всі процеси, пов'язані з тепловою обробкою – денатурація білків, плавлення та окислення жирів, клейстеризація вуглеводів відбуваються майже одночасно. В процесі такої теплової обробки відсутнє акцентоване джерело тепла та рух парогазового середовища в замкненому просторі.

Враховуючи вподобання населення України щодо продуктів харчування, приготованих в традиційній українській печі, їх високі органолептичні показники та відмінний смак, доцільно провести подальші ґрунтовні дослідження характеристик роботи печі, діапазону довжин хвиль

випромінювання її внутрішніх стінок, раціональних режимів термообробки та показників якості готових продуктів. Також актуально акцентувати увагу на підборі ІЧ-випромінювачів з оптимальною довжиною хвилі, теплоізоляції, форми та конструкційного матеріалу робочої камери ІЧ-апаратів багатофункціонального призначення, які зможуть реалізувати принципи роботи української печі. Ці принципи можливо застосовувати при проектуванні нових, та вдосконаленні існуючих апаратів для теплової обробки харчових продуктів ІЧ-випромінюванням.

Список використаних джерел

1. Шинкарик М.М., Кравець О.І. Основи теплотехніки: навч. посібник. — Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. 132 с.
2. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. — 2-е видання, доп. та випр. — Х.: Світ Книг, 2014. — 495 с.

УДК 631:633.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПИТОМОЇ ПОТУЖНОСТІ ІЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СУШІННЯ РІПАКУ

**Браславець В.М. здобувач ВО, Гурський П.В. к.т.н. професор,
Іващенко С.Г. к.т.н. доцент**

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження є встановлення впливу питомої потужності ІЧ-випромінювання на тривалість сушіння насіння ріпаку. Встановлено, що запропоновані технічні рішення конструкції сушарки забезпечують раціональну тривалість сушіння ріпаку до вологості 7% за питомої потужності 700 Вт.

Дослідження процесу сушіння насіння ріпаку проводили на лабораторній установці конвективного сушіння, після її удосконалення, яка складається із завантажувального бункера заповненого насінням соняшника (7), одного модуля керамічного ІЧ-випромінювача ЕСН-2 122×60 потужністю 500 Вт, встановленого над бункером з можливістю зміни відстані від поверхні зернового матеріалу. Зміна потужності ІЧ-випромінювача регулюється тиристорним регулятором напруги, контролюються вольтметром і амперметром. Вологість насіння соняшнику визначали через кожні 10 хв. висушування за допомогою портативного вологоміра Benetech GM650A вимикаючи вентилятор подачі повітря [1, 2].

Процес сушіння здійснювали комбінуючи нагрівання насіння ріпаку за допомогою ІЧ-випромінювача і продування повітря крізь шар маси насіння ріпаку, створюючи псевдозріджений шар, який відрізняється швидким прогріванням і великою швидкістю сушіння. За допомогою засувок регулювали не тільки швидкість подачі повітря під шар насіння ріпаку, але й швидкість подачі повітря на виведення випареної вологи із сушарки [1, 2].

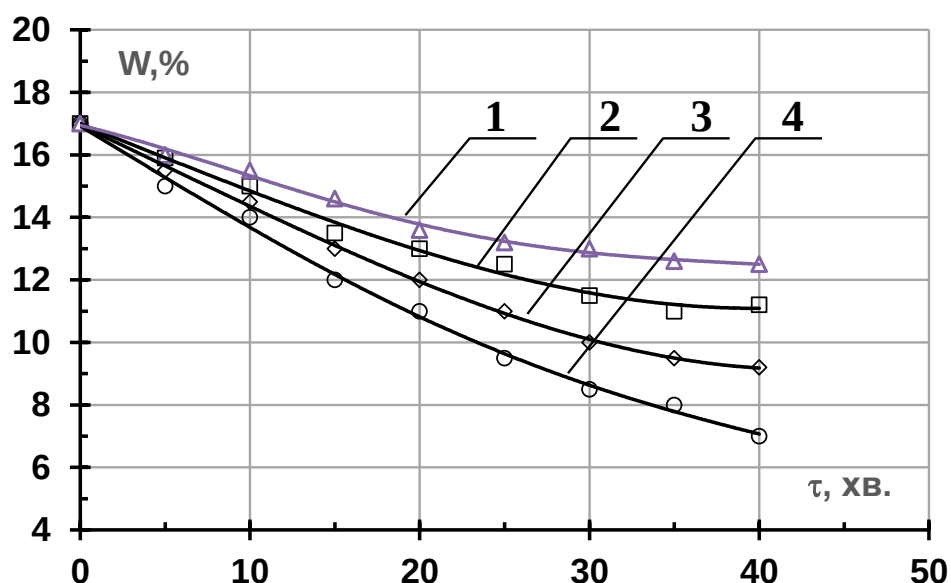


Рис. 1 Залежність вологості насіння ріпаку від тривалості сушіння за різної питомої потужності ІЧ-випромінювання 1– без ІЧ-випромінювання; 2 – 200 Вт/см²; 3– 400 Вт/см²; 4– 700 Вт/см²

Дослідження процесу сушіння насіння ріпаку проводили за постійної товщини зернового шару в шафовій сушарці, змінюючи потужність ІЧ-випромінювача 200, 400, 700 Вт, змінюючи відповідно і температуру нагрівання та швидкості продування повітря 0,5 м/с [3, 4, 5].

Встановлено (рис.1), що збільшення питомої потужності ІЧ-випромінювання в межах 200...700 Вт/см² забезпечує зменшення вологості насіння ріпаку від 18% до 7% через 40 хв. висушування. За питомої потужності 200 Вт/см² ІЧ-випромінювання через 40 хв. вологість насіння ріпаку складе 11%, що на 4% вище ніж за потужності питомої 700 Вт/см².

Дослідженнями підвищення температури насіння ріпаку від тривалості процесу сушіння насіння ріпаку за питомої потужності ІЧ-випромінювання в межах 200...700 Вт/см² та товщини зернового шару 0,5±0,1 см, встановлено, що збільшення питомої потужності ІЧ-випромінювання від 200 до 700 Вт/см² підвищує температуру насіння на 5° С. за тривалості сушіння протягом 40 хв., при цьому температура насіння ріпаку підвищується від 25 до 45° С [3, 4, 5].

Отже керуючи потужністю ІЧ-випромінювання і швидкістю агента сушіння – нагрітого повітря можна регулювати тривалість процесу сушіння при комбінованому способі сушіння. Тобто даний метод енергоефективний. Особливо, якщо вологість зернової маси насіння ріпаку значна і його не можна просушувати сильно нагрітим повітрям і збільшеною швидкістю агента сушки.

Список використаних джерел

1 Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв./ Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. Навчальний посібник. – Харків: «Міськдрук», 2014. – 254 с.

2. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових виробництв: Навчальний посібник/ Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. - ХНТУСГ. – Харків: Еспада, 2005. –432 с.

3. Бандура В.М Оптимізація процесу сушіння насіння ріпаку в інфрачервоному полі. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету №11 т. 2 (66), 2012. С. 343-346.

4. Гурський П. В., Іващенко С. Г., Токолов Ю. І., Вербицький В. О. Дослідження режимів сушіння зерна пшениці: матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв", 8 листопада 2019 р. Харків: ХНТУСГ, 2019. С. 33-345.

5. Болдир Є. О. Гурський П.В., Іващенко С.Г. Дослідження процесу сушіння зерна пшениці в шафових зерносушарках із застосуванням конвективного способу / Матер. Всеукраїнської науково-практ. конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв » – Харків: ДБТУ, 2023. – С. 52-54.

УДК 664.653.8.016.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОГО ЗАМІСУ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТІСТА

Мудраченко С.С. здобувач ВО, Гурський П.В. к.т.н. професор

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження є встановлення впливу інтенсивного замісу тіста на його структурно-механічні властивості. Результатами розрахунків відносної пластичності, еластичності та пружності підтверджено забезпечення цих властивостей тіста за вмісту вологи в діапазоні $43 \pm 1\%$.

Структурно-механічні властивості реальних тіл, дисперсних і високомолекулярних систем безпосередньо зв'язані з молекулярними взаємодіями в цих тілах, особливостями будови і теплового руху їх структурних елементів – міцел, субміцел і макромолекул, з взаємодією цих елементів один з одним і з молекулами дисперсійного середовища. Таким чином, структурно–механічні властивості характеризують виникнення в системі структур різного виду. З одного боку, пружко–пластично–в'язкісні властивості з іншого боку властивості міцності структури тістових напівфабрикатів, визначають характер її деформаційних процесів і процесів руйнування (рис.1).

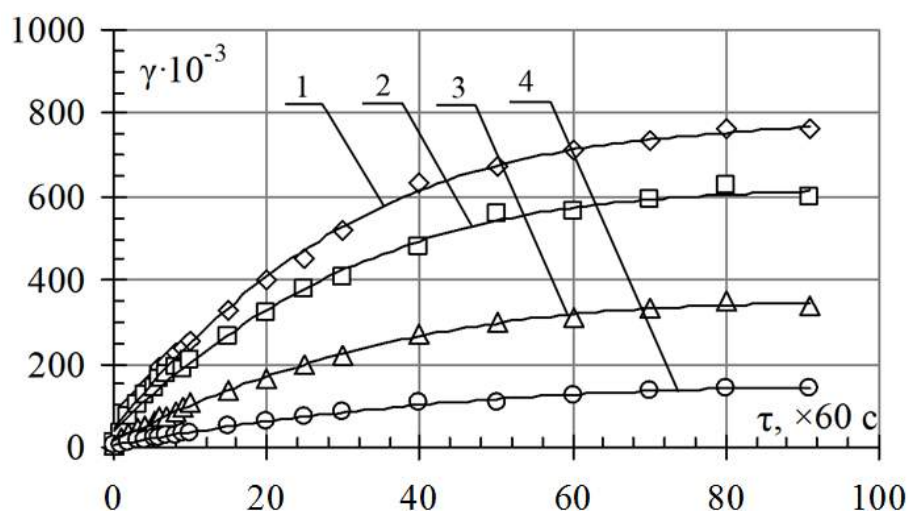


Рис.1. Кінетика кривих повзучості тістових напівфабрикатів з різним вмістом води: 1 – 45%, 2 – 44%, 3 – 43%, 4 – 41%

Структурно-механічні властивості (відносні: деформацію, пружність, пластичність, еластичність) визначали еластопластометром Толстого Д.М шляхом вивчення деформації зсуву зразків тіста розташованого між пластинами з різною вологістю. Експериментальні дані виражали у вигляді кривих повзучості, будуючи залежність відносної деформації від часу дії напруження $\gamma = f(\tau)$ [1, 2, 3].

Обґрунтування параметрів модернізованої тістомісильної машини потребує глибоких досліджень структурно-механічних властивостей тістових напівфабрикатів необхідних для правильного ведення технологічних процесів тістоприготування, якості готових виробів (табл.1). Від цих властивостей в більшій мірі залежить охолодження різноманітних процесів: теплових, механічних дифузійних, які обумовлюють смакові якості та засвоюваність готових хлібних продуктів [1, 2, 3].

Таблиця 1 Структурно-механічні характеристики тістових напівфабрикатів від вмісту води

Позначення	Найменування показника	Вміст води, %			
		41	43	44	45
$\gamma_{зв.}$	Зворотна деформація, 10^{-3}	420,80	338,20	187,30	56,20
$\gamma_{нез.}$	Незворотна деформація, 10^{-3}	359,20	297,80	181,70	99,80
$\gamma_{заг.}$	Загальна деформація, 10^{-3}	780,00	636,00	369,00	156,00
P	Напруження зсуву, Па	32,70	32,70	32,70	32,70
I	Податливість, Па^{-1}	$2,39 \cdot 10^{-2}$	$1,94 \cdot 10^{-2}$	$1,13 \cdot 10^{-2}$	$4,77 \cdot 10^{-3}$
$G_{пр.}$	Умовно миттєвий модуль пружності, Па	2289,0	3433,5	5722,5	8692,4
$G_{ел.}$	Високо-еластичний модуль, Па	80,44	99,49	180,08	623,59
η	В'язкість, $\text{Па} \cdot \text{с}$	$4,88 \cdot 10^5$	$5,84 \cdot 10^5$	$9,57 \cdot 10^5$	$1,75 \cdot 10^6$
K	Відношення $\gamma_{зв.} / \gamma_{заг.}$	0,54	0,53	0,51	0,36
Pr	Відносна пружність, %:	1,83	1,50	1,55	2,41
Pl	Відносна пластичність, %:	46,05	46,82	49,24	63,97
El	Відносна еластичність, %:	52,12	51,68	49,21	33,61
Θ	Період релаксації, с	6280,60	6039,29	5481,95	3010,71

Аналіз кривих повзучості тістових напівфабрикатів (рис. 1) показав, що при напруженні зсуву $32,7 \pm 1,5$ Па після $(50...60) \times 60$ с навантаження загальна деформація для всіх досліджуваних зразків з різним вмістом вологи незмінною, тобто при подальшій тривалості навантаження виникає повзучість тістових напівфабрикатів. Це свідчить про те, що зсувальне навантаження на верхню пластину було підібране правильно [3].

Результати розрахунків відносної пластичності, еластичності та пружності (табл. 1) підтверджують, що забезпечує пластичні властивості тістових напівфабрикатів вміст вологи в діапазоні $43 \pm 1\%$.

Список використаних джерел

1. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв./ Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. Навчальний посібник. – Харків: «Міськдрук», 2014. – 254 с.

2. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових виробництв: Навчальний посібник/ Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. – ХНТУСГ. – Харків: Еспада, 2005. – 432 с.

3. Гурський П.В., к.т.н., доц., Хухлей С.О. магістр. Дослідження впливу величини і тривалості напруги на адгезійну міцність тіста. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ», ДБТУ, 2023. – С.511-512

УДК 62: 637.5: 664

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРИРОСТУ ТЕМПЕРАТУРИ ФАРШУ НА ТРИВАЛІСТЬ КУТТЕРУВАННЯ М'ЯСА

Щепілов І.О. здобувач ВО, Гурський П.В. к.т.н. професор

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження є встановлення впливу приросту температури м'ясного фаршу для виробництва ковбас на тривалість куттерування м'яса. Встановлено, що запропоновані технічні рішення конструкції ножа забезпечують раціональну тривалість куттерування 450...500 с без збільшення температури фаршу.

Відомо, що в м'ясній галузі при виробництві ковбасних виробів і напівфабрикатів широко застосовуються операції різання, які істотно впливають на якість сировини і вихід готового продукту. Операції різання і подрібнення м'ясопродуктів вельми різноманітні і енергоємні [1]. Поряд з якістю вихідної сировини процес приготування фаршу ковбасних виробів має істотний вплив на якість готового продукту [2].

В зв'язку з цим набувають актуальності напрямки вдосконалення процесу подрібнення харчової сировини, в тому числі м'яса, та обладнання для його реалізації на харчових підприємствах з метою зниження енергоємності та

трудомісткості процесу, розширення функціональних можливостей обладнання та підвищення показників якості фаршу [2, 3].

Для одержання фаршу для ковбасних виробів гарної консистенції необхідна певна тривалість куттерування (рис.1). Кращі результати виходять у більшості випадків при куттеруванні протягом 8—10 хв. [1, 3].

Протягом перших 2—3 хв відбувається механічне руйнування тканин, значно збільшується поверхня шматочків м'яса. М'ясо починає набухати й зв'язувати воду, яка додається в куттер [1].

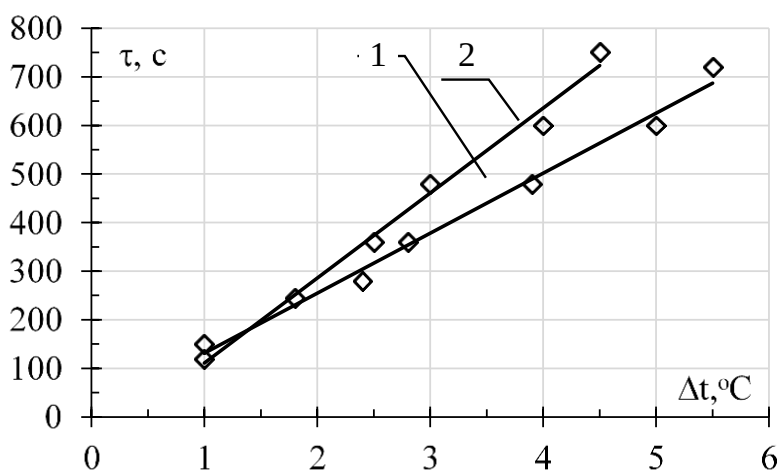


Рис. 1. Залежність тривалості куттерування від приросту температури фаршу за частоти обертання ножового валу $28,0 \text{ с}^{-1}$ 1 – ніж промисловий; 2 – ніж удосконалений.

Аналіз приросту температури фаршу показав (рис.1), що за тривалості куттерування в межах 200...550 с приріст температури м'ясного фаршу склав $1,5...3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ для удосконаленого ножа і $1,5...4,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ для промислового ножа.

Отже, застосування удосконаленого куттерного ножа забезпечить раціональну тривалість куттерування 450...550 с та при цьому зменшить нагрівання м'ясного фаршу нижче ніж на 1°C , а отже, сприятиме отриманню якісного виготовлення ковбасних виробів.

При зайвому куттеруванні фаршу якість продукції погіршується, консистенція стає пухкою та значно зростає температура.

Проведені дослідження процесу куттерування (рис. 1) дозволили встановити, що мінімальний приріст температури процесу подрібнення фаршу досягаються за рахунок використання ножів з коефіцієнтом ковзання $K_c=2,1$. При цьому приріст температури за використання удосконаленого ножа менше на $\Delta t=0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ніж за використання ножа промислового зразка.

Доведено, що застосування удосконаленого куттерного ножа забезпечить раціональну тривалість куттерування 450...500 с та при цьому зменшить нагрівання м'ясного фаршу майже на 1°C , отже сприятиме отриманню якісного виготовлення ковбасних виробів, а саме, сосисок, сардельок, варених і ліверних ковбас, а також консервів для дитячого і дієтичного харчування.

Також удосконалення ножового блоку, шляхом оптимізації геометричної форми ножів, може забезпечити збереження гостроти ріжучої частини протягом

більш тривалого часу та їх достатню жорсткість і високу зносостійкість, зберігаючи при цьому високу якість подрібнення фаршу.

Крім того при подрібненні м'ясної сировини в куттері важливим є те, як здійснюється процес у відкритій чаші чи під вакуумом. У першому випадку можлива деяка аерація фаршу внаслідок домішування до подрібненого м'яса і жиру великої кількості повітря, що створює сприятливі умови для протікання окислювальних процесів. Куттерування під вакуумом дозволяє отримати фарш і готові вироби високої якості за рахунок поліпшення їх кольору, смаку і неможливості утворення великих порожнин і повітряних пустот [1, 2].

Список використаних джерел

1 Промислові технології переробки м'яса, молока та риби: Підручник/ Перцевий Ф.В., Терешкін О.Г., Гурський П.В., Янчева М.О. та ін. - ІНК ОС. – Київ. – 2014. – 340 с.

2. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв./ Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А. та ін. Навчальний посібник. – Харків: «Міськдрук», 2014. – 254 с.

3. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових виробництв: Навчальний посібник/ Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. - ХНТУСГ. – Харків: Еспада. – 2005. – 432 с.

УДК 664.858

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СПОСОБИ ПЕРЕРОБКИ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

**Михайлов В.М. д.т.н. професор, Загорулько О.Є. к.т.н. доцент,
Загорулько А.М. к.т.н. доцент, Громов О.Є. аспірант**

Державний біотехнологічний університет (ДБТУ)

Метою дослідження є удосконалення способу виробництва функціональних пастильних виробів на основі плодово-ягідних паст із використанням сучасного енергоефективного обладнання. Запропонована технологія дозволяє зберігати біологічно активні компоненти сировини та забезпечує високі органолептичні характеристики готової продукції. Впровадження цієї технології на малих і середніх підприємствах сприяє виробництву натуральних і здорових кондитерських виробів з підвищеними поживними властивостями.

У сучасних умовах харчова промисловість активно реагує на зростання попиту на продукти, які поєднують високу харчову цінність із натуральним складом. Особливої популярності набувають функціональні солодощі – мармелад, пастила, зефір – які при правильному підході до технології виготовлення здатні бути не лише джерелом енергії, а й корисними для здоров'я. З огляду на тенденції до здорового способу життя, споживачі все частіше

обирають натуральні продукти, під якими мають на увазі відсутність штучних добавок і використання сировини рослинного походження.

Використання плодів, ягід і овочів як основи для створення таких виробів відкриває широкі можливості для вдосконалення харчового раціону. Проте натуральна сировина має обмежений термін зберігання, що обумовлює необхідність її своєчасної переробки з мінімальною втратою корисних компонентів. Основне завдання обробки такої сировини полягає у подовженні терміну придатності без зниження поживних та органолептичних характеристик. Одним із перспективних рішень є перетворення сировини у концентровані пасти за допомогою щадних способів теплової обробки.

Переробка плодово-ягідної сировини у пасту з використанням сучасного компактного обладнання відкриває нові горизонти для крафтових і малих виробництв. Важливою умовою при цьому є енергоощадність процесів і збереження функціональних речовин. Дослідження довели ефективність короткотривалого концентрування у роторному випарнику за температури 52–54 °C для створення пастильної маси з покращеними властивостями. У якості прикладу розроблено рецептуру на основі яблука (50 %), абрикоса (35 %) і шипшини (15 %). Такий склад дозволяє отримати продукт із привабливим кольором, збалансованим смаком і високим вмістом біоактивних речовин.

Отримана паста має високі технічні характеристики: в'язкість при температурі 50 °C становить 225 Па·с, що на 20 % перевищує показники контрольного зразка. Цей факт свідчить про покращення структури готової продукції та її підвищену стабільність. Завдяки цьому, паста стає ідеальною основою для виготовлення мармеладів і пастил, що мають приємний натуральний смак, яскравий помаранчевий колір та довготривалу консистенцію. Крім того, вміст біологічно активних компонентів, таких як харчові волокна, вітаміни А, С і β-каротин, у продукті значно вищий порівняно з традиційними аналогами. Це робить пасту відмінним джерелом корисних речовин, що дозволяє віднести її до функціональних продуктів.

Важливим досягненням цієї технології є відсутність необхідності у використанні синтетичних барвників і ароматизаторів, що робить кінцевий продукт безпечним та екологічно чистим. Розроблене технологічне рішення не лише дозволяє значно покращити якість мармеладів і пастил, а й забезпечує підвищену ефективність виробничого процесу. Вибір роторного випарника як основного обладнання для концентрації пасти також сприяє економії енергії та зменшенню витрат, що є важливим для малих і середніх підприємств.

Висновок.

Таким чином, запропонована технологія виготовлення функціональних пастильних виробів на основі фруктово-ягідних паст з використанням сучасного компактного обладнання може стати ключовим інструментом для виробництва натуральних і здорових кондитерських виробів. Впровадження таких рішень на крафтових підприємствах дозволить отримати продукти високої якості, які відповідають сучасним вимогам здорового харчування та мають високу споживчу цінність.

Список використаних джерел

1. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Chuiko, L., Solomon, A., Sushko, L., Tesliuk, Y., Kriuchko, L., Dunaienko, A., Andrukh, S., & Tytarenko, N. (2023). Improving the reactor for thickening organic plant-based polycomponent semi-finished products with high degree of readiness. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11 (126)), 103–111. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.294119>
- 2.. Kasabova, K., Samokhvalova, O., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Babaiev, S., Bereza, O., Ponomarenko, N., Tesliuk, H., & Yukhno, V. (2022). Improvement of Turkish delight production technology using a developed multi-component fruit and vegetable paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11 (120)), 51–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269393>
3. Михайлов В. М., Загорулько О. Є., Загорулько А. М., Касабова К. Р., Шидакова-Каменюка О. Г., Дмитревський Д. В. (2024). Апаратурно-технологічні аспекти виробництва функціональних плодово-ягідних паст для пастильно-мармеладних виробів. *Наукові праці НУХТ*, 30(6), 99—109. DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-6-10
4. Zagorulko, A., Kasabova, K., Zahorulko, A., Shydakova-Kameniuka, O., Ponomarenko, N., Bereza, O., Gromov, A., & Kholobtseva, I. (2024). Improving the production technique of pat based on multicomponent fruit and berry paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11 (128)), 46–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.301651>

УДК 631.362

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ ПРОСА НА ГРАВІТАЦІЙНОМУ ФРИКЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ

**Богомолов О.В. д.т.н. професор, Михайлов В.М. д.т.н. професор,
Богомолов О.О., Панов В.О. аспіранти**

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Приведені результати експериментальних досліджень впливу кутів нахилу декі та живильника, а також подачі матеріалу на вихід очищених фракцій фрикційного сепаратора насіння проса та встановлені раціональні параметри його роботи.

Просо є однією з найпоширеніших круп'яних культур. Посівні площі цієї культури в світі займають четверте місце серед основних культур. В багатьох країнах в останні роки виробництво проса значно збільшилось, а в Україні зменшилось майже вдвічі і зараз ця культура знаходиться на другорядних позиціях в сівозміні зернових, поступаючись пшениці, кукурудзі, житу, ячменю та іншим культурам. Проте в передвоєнні роки валовий збір проса був достатньо стабільний, у 2019-2020 роках він становив близько 240 тис. т. В 2021 році він скоротився до 191 тис. т., в основному з-за скорочення площ під посіви, в 2022 році валовий збір становив близько всього 101,8 тис. т. теж з-за скорочення

посівних площ, пов'язаних в першу чергу з воєнними діями. Проте вже в 2023 році посівні площі проса відновились до довоєнного 2021 року, вдалось підняти і валовий збір до 180,2 тис. т. [1].

В останні роки в зв'язку зі зниженням культури землеробства по різних причинах збільшилась засміченість посівів проса бур'янами, насіння яких при збиранні врожаю потрапляє в купу з насінням проса. Потрапляє в купу проса і велика кількість органічних та мінеральних домішок.

Для очищення купи застосовують в основному сепаратори загального призначення, з пневмо-решетно-трієрними робочими органами [2,3]. Більшість засмічувачів та домішок, які відрізняються від насіння проса розмірами та аеродинамічними властивостями відсепаровуються на таких сепараторах, але насіння важковідокремлюваних бур'янів курячого проса, мишію близькі за розмірами та аеродинамічними властивостями до насіння проса. Тож виділити їх на цих машинах неможливо без значних витрат основної культури у відходи [2].

Відомо, що насіння цих бур'янів відрізняється від насіння проса пружними властивостями, формою та коефіцієнтами тертя [1].

Для дослідження процесу сепарації насіння проса за фрикційними властивостями було виготовлено експериментальну установку, яка складається з похилої площини, виготовленої з фанери технічної, на яку в одному з верхніх кутів подається з певною швидкістю насіння проса перпендикулярно лінії найбільшого скату. Швидкість подачі насіння регулюється кутом нахилу лотка живильника. Установка має регулювання кута нахилу α деки, кута нахилу β живильника і подачі Q вихідного матеріалу. З використанням цієї установки були проведені експериментальні дослідження встановлення впливу кута деки α , подачі матеріалу Q і кута нахилу живильника, що подає на вихід очищених фракцій. Для цього було використано некомпозиційний план Бокса – Бенкіна другого порядку для трьох чинників. Для визначення факторів, що найбільше впливають на критерій оптимізації, застосовано метод апріорного ранжування [4]. Верхній та нижній рівні факторів були призначені з конструктивних міркувань та за результатами теоретичних досліджень. Після розрахунків коефіцієнтів регресії були складені та вирішені рівняння регресії, побудовані двомірні перерізи поверхонь відгуку параметрів оптимізації. За результатами аналізу двовимірних перерізів поверхонь відгуку прийнято компромісне рішення та визначено раціональні значення досліджуваних факторів за умови досягнення максимального виходу очищених фракцій, а саме кут деки $\alpha = 34,2^\circ$ (фактор x_1), подача $Q = 160$ г/хв. (фактор x_2), кут живильника $= 32,6^\circ$ (фактор x_3).

Список використаних джерел

1. Богомолів О.О. Сепарація насіння проса за дальністю відскоку після удару об похилу відбивну поверхню. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі. Вип. 1.(35), 2024р.

2. Бакум М.В., Мацієнко В.С., Кісь В.М. До обґрунтування способів очищення насіння проса від насіння бур'янів. Вісник ХНТУСГ ім.П.Василенка – Харків, ХНТУСГ, 2016 Вип. 173: Механізація с.г. виробництва. – с. 110-118.

3. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Іващенко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. – Харків, «Діса+»: – 2023. – 408 с.

4. Кононюк А.Е. Основы научных исследований, том 1-4. Издательство «КТН» 04210, г.Киев пр.Героев Сталинграда, корпус 8, оф.1. Киев. 2010.

УДК 631.362

ОЧИЩЕННЯ ТА СОРТУВАННЯ НАСІННЯ КРОПУ

**Богомолів О.В. д.т.н., професор, Ірклієнко В.І. к.т.н.,
Бочарніков І.О. аспірант**

Державний біотехнологічний університет

Алферов О.І., д.т.н., проф.

Інститут овочівництва та баштанництва НААН України

Анотація. Наведені результати дослідження фізико-механічних характеристик та сепарації насіння кропу від насіння бур'янистих рослин, результати сортування насіння кропу та визначення схожості насіння кожної фракції, що свідчить про актуальність цієї роботи.

Кріп пахучий або городній – однорічна трав'яниста рослина родини округлих, популярна огорожня рослина, яку вирощують, як пряність для харчової промисловості. Розмножується кріп насінням, яке збирають при його визріванні. В насіння кропу потрапляє велика кількість бур'янів та мінеральних домішків. В купі насіння кропу після збирання іноді налічує більше насіння бур'янів та домішків ніж самого кропу.

Спеціальних машин для очищення насіння кропу не випускають, а застосовують зерноочисні машини загального призначення, найбільш популярними серед яких є решітні машини. Тому питання очищення насіння кропу від насіння бур'янів та домішок є безперечно актуальним.

Питання сепарації насіння кропу підіймалось не однократно. Так увага цьому питанню була приділена у декількох роботах [1,с.231-239; 3,с.12-14; 2, с.209-210; 3, с. 332-392]. Результати доочищення насіння кропу, приведені в роботі [4,с. 7-10;]. В останній час однак проблемі очищення кропу від насіння бур'янистих рослин уваги приділяється мало, а актуальність цього питання залишається високою.

Метою досліджень є обґрунтування процесів очищення насіння кропу від насіння бур'янистих рослин та його сортування за розмірними характеристиками.

Дослідження проводили на насінні кропу засміченому насінням бур'янів, врожаю 2024 року вирощеному в інституті овочівництва та баштанництва НААН України. В купі насіння кропу прийнятої для дослідження вміст насіння кропу складав менше 42%, а вимогами ДСТУ допускається вміст насіння бур'янів не

більш 2% в купі [10]. Для встановлення можливості очищення насіння кропу від насіння бур'янистих рослин та його сортування основна увага була приділена розмірним характеристикам насіння. Для більш високої достовірності вимірів геометричних розмірів ширини та довжини застосовували електронний мікроскоп, яким фіксували зображення насіння і потім переносились зображення в програму Компас, де проводили вимірювання розмірів насіння кропу та бур'янів.

Після аналізу розмірних характеристик були обрані розміри отворів та тип решіт, а також проведено очищення та сортування насіння кропу.

В таблиці 1 наведено відсоток насіння кропу в насінні бур'янів на зборах з решета.

Таблиця 1 - Вміст насіння кропу і насіння бур'янів в сходах з решета

Насіння Решета	Кріп, %	Бур'янисті домішки, %
Сх. 1,0x20	0	25,1
Сх. Ø 2,0	13,1	2,3
Сх. Ø 1,8	16,7	4,4
Сх. Ø 1,5	11,2	5
дно	1,00	20,2
Загальний, %	42	58

Як видно з таблиці 1. найбільший відсоток кропу виділяється сходом з решета з крупними отворами діаметром 1,8мм, найменший з решета діаметром 1,5мм. Найбільше бур'янистих рослин виділяється сходом з решета з продовгуватими отворами та проходом крізь решета діаметром 1,5мм. Загальний відсоток кропу становить 42%, бур'янистих рослин - 58%, тобто в купі знаходиться більше домішків ніж самого насіння.

Після очищення від насіння бур'янів з одночасним сортуванням на фракції визначали проростання насіння у фракціях.

Результати динаміки проростання насіння зведені в табл. 2.

Таблиця 2 - Динаміка проростання насіння кропу

Фракції насіння кропу	Кількість насіння, шт	Повторення	Проросло, шт		
			На третій день	На п'ятий день	На сьомий день
Сход з решета Ø2,0	50	1	29	11	9
	50	2	32	10	7
	50	3	28	12	8
Сход з решета Ø1,8	50	1	30	5	4
	50	2	27	6	6
	50	3	28	8	3
Сход з решета Ø1,5	50	1	27	6	2
	50	2	23	4	5
	50	3	26	6	3
Дно	50	1	25	3	1
	50	2	27	2	0
	50	3	24	2	2

З таблиці видно динаміку результатів проростання насіння кропу на третій, п'ятий і сьомий день, а також такого насіння, що не проросло, та загальну кількість того, що проросло

Виявляється майже лінійна залежність зниження кількості пророслих рослин зі зменшенням діаметру решіт, крізь які вони йдуть сходом і зворотна залежність кількості тих насінин, що не проросли. Тобто використовуючи запропонований набір решіт можна здійснити якісну очистку насіння кропу та його сортування з подальшим застосуванням за призначенням.

Висновки

В результаті аналізу фізико-механічних властивостей купи насіння кропу та насіння бур'янистих рослин визначено можливість очищення насіння кропу за товщиною та шириною на решетах з продовгуватими та круглими отворами. Встановлена можливість їх одночасного сортування на фракції. Результати проростання насіння кропу свідчать про можливість отримання фракції сходом з решета $\varnothing$ 2,0 мм схожістю 97%, а з решета $\varnothing$ 1,8 мм схожістю 78%, що від загальної кількості кропу складає 74,2%.

Список використаних джерел

1. П.М. Заика, Г.Е. Мазнев. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. М.: Колос, – 1978. с.287.
2. Спосіб сепарації насінєвих сумішей/ М.В.Бакум, А.Д.Михайлов, О.Б.Козій та ін. «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки»: матеріали XI Міжнар. наук.- практ. конф.- Кропівницький: ЦНТУ, 2017,-с.209-210.
3. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом: монографія/Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В. та ін.-Харків:Діса+,2023.-408с.
4. Подработка семян укропа / П.И. Заика, Н.В. Бакум // Техника в сельском хозяйстве. – 1982. – №1.

УДК 631:001.895(477):338.43

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЇ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

**Карпенко Л.К. к.т.н. доцент, Богомолов О.В. д.т.н., професор,
Бредихін В.В. д.т.н. професор, Денисенко С.А. к.т.н. доцент**

*Факультет мехатроніки та інжинірингу
Державний біотехнологічний університет*

У роботі розглянуто сучасний стан та перспективи впровадження інноваційних і цифрових технологій в аграрному секторі України, проаналізовано ключові напрямки технологічної трансформації, зокрема землеробство, цифровий моніторинг, автоматизацію в тваринництві та використання інформаційно-аналітичних платформ. Визначено основні бар'єри на шляху інноваційного розвитку в Україні, серед яких – фінансова обмеженість малих господарств, нестача кваліфікованих кадрів, цифрова нерівність та слабка інноваційна екосистема. Зроблено висновок про високий потенціал України у сфері цифрового сільського господарства за умови комплексного підходу до модернізації галузі.

Аграрний сектор України має стратегічне значення для національної економіки, забезпечуючи понад 40% валютних надходжень від експорту. Однак ефективність його розвитку значною мірою залежить від здатності до адаптації новітніх технологій та інновацій. У світі відбувається стрімка трансформація агропромислового комплексу під впливом цифрових рішень, біотехнологій та концепції сталого розвитку, тож Україні необхідно слідувати цим трендам.

Сучасні українські агропідприємства впроваджують технології точного землеробства, автоматизовані системи зрошення, використовують GPS-навігацію та супутниковий моніторинг. Розвивається сегмент аграрних ІТ-сервісів, з'являються цифрові платформи для аналізу ґрунтів, планування врожайності, обліку ресурсів. Прикладами успішного впровадження є діяльність таких компаній як "Астарта", "Кернел", "ІМС" що активно інвестують в інновації: безпілотники, сенсорні системи, ERP-рішення, власні ІТ-відділи для агроаналітики. Проте ці приклади переважно характерні для великих агрохолдингів.

Ключовими інноваційними напрямками в аграрний сектор країни, на наш погляд, є активне впровадження цифрових технологій. А саме, це системи точного землеробства: використання GPS-навігації для точного висіву, обприскування, внесення добрив; складання карт полів для зонування та оптимального обробітку. Дуже велике значення має цифровий моніторинг: збір даних з полів (вологість, температура, рН, стан культур) через сенсори та дрони; супутникові знімки для виявлення проблемних ділянок, стресу рослин; агрономічне програмне забезпечення - онлайн-платформи для обліку витрат, планування посівів, обробітку та збору врожаю; мобільні застосунки - програми для агрономів і фермерів: ведення журналу обробок, агрономічних

спостережень, фінансової звітності; цифрові моделі прогнозування врожайності, шкідників, погоди, попиту на ринку.

Цифрові технології в тваринництві та переробці сільськогосподарської сировини мають охоплювати використання інформаційних технологій для покращення управління виробничими процесами, моніторингу стану тварин, оптимізації ресурсів, підвищення продуктивності та якості продукції. Вони можуть включати застосування різноманітних інструментів, таких як: використання сенсорів для моніторингу стану тварин (температура, вологість, харчування, активність) та навколишнього середовища (температура, вологість повітря); збір і обробка даних з різних джерел для прийняття рішень в реальному часі, покращення процесів годування, розмноження та боротьби з хворобами; алгоритми для прогнозування продуктивності тварин, діагностики захворювань, оптимізації кормових раціонів та планування витрат; використання роботів для процесів годування, доїння, очистки приміщень тощо, що знижує витрати на працю та покращує гігієнічні умови; візуалізація і аналіз просторових даних для планування земельних ділянок, оцінки їх придатності для вирощування кормових культур тощо.

В Україні цифровізація в агросекторі знаходиться на початкових етапах, але в останні роки спостерігається тенденція до активного впровадження таких технологій.

Дуже цікавий в цьому напрямку досвід інших країн. Так, Нідерланди є одним із лідерів у застосуванні цифрових технологій у тваринництві, зокрема використання автоматизованих систем доїння, високоточних сенсорів для моніторингу здоров'я тварин та програм для управління фермерськими господарствами. Крім того, країна активно впроваджує штучний інтелект для покращення генетики тварин і підвищення продуктивності, у рослинництві активно запроваджено розумні теплиці з автоматичним контролем мікроклімату та роботизований збір овочів.

В США фермери активно використовують дрони для моніторингу стану посівів і стад, а також ІТ-рішення для відстеження харчування та стану тварин. Інші технології включають роботизовані системи для доїння і автоматичне управління кліматом у фермерських приміщеннях, а також застосовані програмні комплекси для агрогігантів.

Ізраїль відомий впровадженням високотехнологічних рішень для водопостачання та управління агропродукцією. Тут активно використовуються цифрові платформи для моніторингу водних ресурсів, стану ґрунтів та кліматичних умов, що дозволяє фермерам ефективно управляти зрошенням та виробництвом, еталоном є smart-іригації (крапельний полив із сенсорами) - оптимізація виробництва у посушливих умовах.

Проблеми впровадження інновацій є, по-перше, фінансові обмеження - більшість малих і середніх фермерських господарств не мають доступу до достатнього фінансування для технологічного оновлення, також брак кваліфікованих кадрів, здатних працювати з високотехнологічними системами; інфраструктурні бар'єри - недостатній доступ до швидкісного інтернету

в сільській місцевості ускладнює впровадження цифрових рішень; нерозвинутість інноваційної екосистеми - відсутність ефективних механізмів співпраці між бізнесом, наукою та освітніми установами.

Перспективи розвитку впровадження нових технологій та інновацій це, по перше, підтримка держави: розширення програм дотацій, податкових стимулів та компенсації за впровадження нових технологій; партнерство з приватним сектором; інвестиції міжнародних аграрних компаній, розвиток венчурного фінансування; освітні ініціативи - переорієнтація аграрної освіти на цифрові компетентності, створення спеціалізованих освітніх платформ; розвиток аграрних інноваційних хабів - формування центрів трансферу технологій, агроінноваційних кластерів, інкубаторів для стартапів.

Цифровізація аграрного сектора — це не майбутнє, а сучасність. Хто першим адаптується до нових умов — той отримає конкурентні переваги, стабільний розвиток і екологічну ефективність. Україна має всі передумови стати одним із лідерів цифрового агровиробництва в Європі.

На факультеті мехатроніки та інжинірингу Державного біотехнологічного університету студенти активно залучаються до цифрової освіти шляхом опанування таких навчальних дисциплін, як «Нарисна геометрія і комп'ютерна графіка», «Інформаційні та комунікаційні технології», «Комп'ютерні системи проектування обладнання підприємств харчових виробництв» та інших. Засвоєння зазначених курсів сприяє ефективнішій інтеграції випускників у виробничі колективи та забезпечує можливість практичного застосування отриманих знань у професійній діяльності.

Технологічна модернізація аграрного сектора — це ключ до підвищення його конкурентоспроможності, екологічної сталості та стійкості до глобальних викликів. Країна має високий потенціал для розвитку "розумного" сільського господарства, що потребує активної підтримки з боку держави, бізнесу та наукової спільноти.

Аграрний сектор України стоїть на порозі глибокої трансформації. Технології та інновації — не лише засіб підвищення ефективності, а й відповідь на глобальні виклики, такі як зміни клімату, продовольча безпека та сталий розвиток. Для успішної реалізації потенціалу необхідні системна підтримка, навчання, інфраструктурна модернізація та стратегічне бачення на рівні державної політики.

Список використаних джерел

1. Коваленко Ю. С. Цифрові технології в аграрному секторі: перспективи впровадження в Україні // *Економіка АПК*. – 2022. – № 2. – С. 78–85.
2. Саблук П. Т., Шпикуляк О. Г. *Інноваційний розвиток аграрного виробництва в Україні*. – К.: ІАЕ, 2020. – 224 с.
3. Пугачова О. І. Цифрова трансформація сільського господарства: світовий досвід та українські реалії // *Економіка України*. – 2021. – № 8. – С. 42–51.
4. Мартинюк О. А. Smart technologies в агровиробництві: тенденції, переваги та виклики // *Науковий вісник Полісся*. – 2023. – № 4(28). – С. 105–112.

5. Стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій України на 2021–2030 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://minagro.gov.ua>

6. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2025 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>

7. Закон України «Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні» [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>

УДК 631.362

ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІБРОПНЕВМОІМПУЛЬСНОГО ПОДІЛУ НАСІННЯ

Степаненко С. П. д.т.н., с.н.с.

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України; e-mail: stepanenko_s@ukr.net;
ORCID iD 0000-0002-8331-4632*

Волик Д. А. аспірант

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України; e-mail: volyk.d.a@gmail.com;
ORCID iD 0009-0001-1979-861X*

Одним із важливих завдань післязбиральної обробки зерна є його якісне очищення та фракціонування, зокрема — розділення за густиною [1, 2]. В умовах зростання вимог до якості посівного та продовольчого матеріалу, а також за наявності сміттєвих домішок, що подібні до основної культури за розмірами та формою, саме розділення за густиною набуває особливої актуальності.

У цьому контексті перспективним напрямом є використання вібропневмоімпульсних машин, які забезпечують комбіновану дію на зернову суміш за рахунок вібраційного впливу, контрольованого пневматичного потоку і імпульсного навантаження [3-5]. Саме така технологія дозволяє створити умови для якісного поділу зерна за густиною навіть при мінімальних відмінностях у розмірах, формі та щільності. Таким чином, розвиток технологій розділення зерна за густиною, зокрема на основі вібропневмоімпульсного впливу, відкриває нові можливості для підвищення якості посівного матеріалу, зниження втрат продукції та забезпечення фітосанітарної безпеки сільськогосподарських угідь. Подальші наукові дослідження у цьому напрямі сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності українського зерна на світовому ринку.

Розроблений в ІМА АПВ НААН експериментальний зразок вібропневмоімпульсного сепаратора [5], що поєднує дію вібрації та пульсуючого повітряного потоку, дозволяє ефективно розділяти зернові суміші за густиною.

Конструкція установки забезпечує поєднання дії коливань решета з

імпульсним повітряним потоком, що подається знизу, завдяки чому створюються умови для ефективного поділу насіння на фракції.

Сепаратор складається з нижньої та верхньої рам, на яких змонтовано основні функціональні елементи. Завантаження сировини здійснюється через бункер, з якого насіння надходить на безпровальне решето. Під дією вібратора решето здійснює горизонтально-поступальні коливання, які сприяють переміщенню матеріалу вздовж його площини.

Паралельно в робочу зону подається повітря, що генерується вентилятором, з'єднаним з пульсатором повітря, який забезпечує його періодичну (імпульсну) подачу. Струмін повітря спрямовується через вхідний канал і розподільчі елементи в зону під решетом, утворюючи пульсуючий повітряний потік, що взаємодіє з матеріалом на решеті.

В результаті спільної дії вібрацій і імпульсного повітряного потоку насіння поділяється на фракції за густиною. Відібрані фракції відводяться через окремі канали для розділення. Конструкція змонтована на колісних опорах, що забезпечує її мобільність та зручність транспортування.



Рис. 1. Загальний вигляд вібропневмоімпульсного сепаратора

Решето приводиться в коливальний рух за допомогою вібратора, виконаного на основі ексцентрикового механізму. Віброзбудження передається через кріплення до верхньої рами, створюючи горизонтально-поступальні коливання решета. Для забезпечення стабільності амплітуди та напрямку вібрацій встановлено спеціальні обмежувачі, які фіксують траєкторію руху та запобігають неконтрольованим відхиленням.

В процесі експериментальних досліджень було визначено перетворюючі коефіцієнти для формування фактичних значень параметрів у відповідність до значень, що відображаються на екранах частотних перетворювачів:

$$k_{\text{пер}} = \frac{N_{\text{фіз}}}{\nu_{\text{нч}}}$$

де $k_{\text{пер}}$ – перетворюючий коефіцієнт, що відображає ціну позначки на екрані частотного перетворювача в фізичних одиницях виміру; $N_{\text{фіз}}$ – реальне значення фізичної величини; $\nu_{\text{нч}}$ – значення на екрані частотного перетворювача.

Для початку були проведені лабораторні дослідження кожного з вузлів машини. Так, зокрема проводили дослідження з визначення параметрів подачі зернового матеріалу з бункера з метою його тарування.

Провели двофакторне дослідження з визначення якості розділення фракцій насіння в залежності від пульсації повітряного потоку та повздовжнього кута нахилу деки.

Встановлено рівняння регресії в натуральних координатах:

$$Y = -0.33 + 0.255\omega_1 + 0.33\alpha - 0,055\omega_1\alpha$$

Дослідження показало, що пульсація та кут нахилу деки позитивно впливають на ефективність роботи сепаратора насіння за густиною, що підтверджується рівнянням регресії. Найбільший вплив має α , тоді як взаємодія факторів знижує ефективність при одночасному збільшенні обох факторів. Максимальне середнє значення Y спостерігається за високих рівнів обох факторів (6 Гц та 6° відповідно), а найменше — за низьких. Для оптимізації роботи сепаратора важливо враховувати окремий вплив кожного фактора та уникати їх одночасного максимального значення.

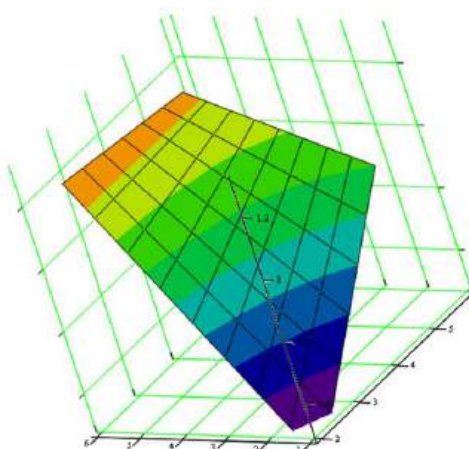


Рис.2 Поверхня відгуку залежності ефективності роботи вібропневмоімпульсного сепаратора від частоти пульсації повітряного потоку та кута нахилу деки.

Результати лабораторних досліджень показали, що найбільш ефективне розділення зернової суміші досягається при комплексному регулюванні зазначених параметрів. Зокрема, встановлено, що за оптимальних режимів (витрата повітря — 5040 м³/год, амплітуда вібрацій — 3 мм, частота вібрації — 12 Гц, частота пульсації повітряного потоку — 6 Гц, кут нахилу поверхні — 6°) досягається максимальна ефективність розділення, що проявляється у підвищенні виходу кондиційного зерна на 15-18% у порівнянні зі стандартними технологіями.

Бібліографія

1. Котов Б. І., Степаненко С. П. Основи теорії та технології повітряної сепарації зернових матеріалів : монографія. Київ : ЦП Компрінт, 2023. 427 с.
2. Пневмоімпульсний решітний сепаратор для поділу насіння за густиною : пат. 156722 Україна. № у 2023 06049 ; заявл. 13.12.2023 ; опубл. 01.08.2024, Бюл. № № 31. 7 с.

3. Тищенко Л. Н., Ольшанський В. П., Ольшанський С. В. Віброрешітна сепарація зернових сумішей : монографія. Харків : Міськдрук, 2011. 280 с.

4. Stepanenko S. P., Volyk D. A. Mathematical Modeling and the Results of Experimental Research of the Process of Density-Based Seed Separation Using Vibro-Pneumatic-Impulse Technology. *National Interagency Scientific and Technical Collection of Works. Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines*. 2023. No. 53. P. 138–148. : <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.138-148>

5. Stepanenko S. P., Volyk D. A. Mathematical Modeling and the Results of Experimental Research of the Process of Density-Based Seed Separation Using Vibro-Pneumatic-Impulse Technology. *National Interagency Scientific and Technical Collection of Works. Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines*. 2023. No. 53. P. 138–148. URL: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.138-148>

УДК 663.81:66.063

АНАЛІЗ І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕМБРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОБРОБЦІ СОКІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ГАЛУЗІ

**Дейниченко Г.В., д.т.н. професор, Дмитревський Д.В. к.т.н. доцент,
Гончар Д.О. аспірант, Піддубний О.А, Лавренюк В.В. здобувачі ВО**

Державний біотехнологічний університет

Представлено огляд сучасного стану мембранних технологій, що застосовуються в обробці соків, із акцентом на їх ефективність, енергозбереження, збереження органолептичних властивостей продукту та відповідність екологічним вимогам. Розглянуто основні типи мембранних процесів – мікрофільтрація, ультрафільтрація, нанофільтрація та зворотний осмос – у контексті їх ролі в очищенні, концентруванні та стабілізації соків. Визначено переваги та обмеження мембранних систем порівняно з традиційними методами обробки. Обґрунтовано перспективи подальшого розвитку та впровадження мембранних технологій у харчовій промисловості України.

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості дедалі більшого значення набувають інноваційні технології, які дозволяють не лише покращити якість готової продукції, а й оптимізувати виробничі процеси з урахуванням екологічних, енергетичних та економічних чинників. Серед таких технологій особливу увагу заслуговує мембранна обробка соків, що забезпечує м'яке, високоефективне очищення, стабілізацію та концентрування сировини без застосування агресивних фізико-хімічних методів. Мембранні процеси визнані одними з найбільш перспективних напрямів у сфері харчових виробництв, що підтверджується активним їх впровадженням у провідних країнах світу, таких як Німеччина, Італія, США, Китай та Японія. На відміну від традиційних методів термічного або механічного очищення, мембранні технології дозволяють

зберігати органолептичні властивості продукту, забезпечуючи при цьому стабільність складу, підвищену прозорість і мікробіологічну безпеку [1].

Основу мембранних процесів становить принцип селективного розділення компонентів суміші за допомогою напівпроникної мембрани, яка здатна пропускати певні речовини та утримувати інші. Залежно від діаметра пор мембрани та прикладеного тиску, розрізняють кілька основних типів фільтрації: мікрофільтрацію (МФ), ультрафільтрацію (УФ), нанофільтрацію (НФ) та зворотний осмос (ЗО). Мікрофільтрація застосовується для видалення механічних домішок, дріжджів та бактерій, які можуть спричиняти небажані біохімічні процеси у соках. Ультрафільтрація дає змогу ефективно вилучати пектинові речовини, білки та колоїди, сприяючи підвищенню прозорості та стабільності продукту. Нанофільтрація й зворотний осмос застосовуються на етапі концентрування соків без необхідності випарювання води, що дозволяє уникнути термічної деградації ароматичних і біологічно активних речовин [2].

Серед переваг мембранних технологій слід відзначити збереження природного аромату, кольору та смаку соку, значне зменшення енергоспоживання, мінімальні втрати корисних речовин, можливість безперервної роботи в автоматизованих режимах, компактність обладнання та екологічну безпечність процесу. Мембранні системи не потребують застосування хімічних реагентів, що дозволяє зменшити ризики забруднення готової продукції сторонніми сполуками та суттєво знижує витрати на водопідготовку і утилізацію відходів. Завдяки цьому мембранні технології відповідають вимогам до органічного виробництва та принципам сталого розвитку [3].

Проте слід також зазначити певні обмеження, які стримують широке впровадження мембранних систем на вітчизняних підприємствах харчової промисловості. Насамперед йдеться про високу початкову вартість мембранного обладнання, необхідність дотримання суворих умов експлуатації, регулярне очищення та заміну мембран, а також потребу у кваліфікованому персоналі для обслуговування та моніторингу процесів. Ще однією проблемою є схильність мембран до фаулінгу – забруднення пор частинками сировини, що знижує продуктивність та вимагає додаткових витрат на регенерацію. У цьому контексті особливої уваги потребують попередні етапи обробки соку, зокрема ферментативне розщеплення пектину, стабілізація кислотності та температури, що дозволяє знизити навантаження на мембранну систему й подовжити строк її служби [4].

Незважаючи на вказані труднощі, досвід впровадження мембранних технологій в Україні демонструє значний потенціал для покращення якості сокової продукції. На окремих підприємствах спостерігається позитивна динаміка переходу на комбіновані технологічні схеми з використанням мембранних процесів. Зокрема, за рахунок поєднання мікрофільтрації та ультрафільтрації вдалося досягти високого ступеня прозорості яблучного соку при мінімальних втратах аромату. Використання зворотного осмосу дозволяє отримувати концентровані соки без термічного навантаження, що зберігає всі

корисні речовини та забезпечує тривалий термін зберігання без консервантів [5].

Перспективи розвитку мембранних технологій у харчовій промисловості безпосередньо пов'язані з удосконаленням мембранних матеріалів, підвищенням їх стійкості до забруднення та механічного пошкодження, зменшенням вартості виробництва та впровадженням інтелектуальних систем управління процесами. Новітні дослідження зосереджені на створенні нанокомпозитних мембран, здатних до селективного розділення речовин на молекулярному рівні, з використанням графенових, кремнієвих та полімерних компонентів. Значну увагу приділяють також гібридним технологіям, що поєднують мембранну обробку з біотехнологічними підходами, наприклад ферментативним гідролізом, що дозволяє оптимізувати вміст цукрів, кислот та ароматичних речовин у соку.

Таким чином, мембранні технології є стратегічно важливим напрямом модернізації харчової промисловості. Їх широке застосування в обробці соків сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українських виробників на внутрішньому та міжнародному ринках, забезпеченню відповідності продукції європейським стандартам якості, а також формуванню нової культури споживання – орієнтованої на натуральність, безпечність та збереження природної цінності харчових продуктів. Подальші наукові дослідження, техніко-економічні обґрунтування та підтримка з боку держави і бізнесу створюють передумови для активного розвитку цієї галузі та її інтеграції в систему сталого виробництва.

Висновки.

Мембранні технології мають значний потенціал для удосконалення процесів обробки соків на підприємствах харчової галузі. Вони забезпечують високу якість продукції, енергоефективність та відповідність сучасним вимогам до безпеки і збереження харчової цінності. В умовах посилення вимог до екологічної безпеки та підвищення конкуренції на ринку харчових продуктів мембранні технології можуть стати основою для формування нової моделі виробництва – інноваційної, стійкої та ефективної. Подальші дослідження та інвестиції в цій сфері мають сприяти підвищенню конкурентоспроможності української харчової промисловості.

Список використаних джерел

1. Cherevko O.I., Deinychenko G.V., Dmytrevskyi D.V., Guzenko V.V., Heiier H.V., Tsvirkun L.O. Application of membrane technologies in modern conditions of juice production. Progressive technique and technologies of food production enterprises, catering business and trade, 2020, Vol. 2 (32). pp. 67-77. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4369743>.
2. Deinychenko G.V., Dmytrevskyi D.V., Zolotukhina I.V., Perekrest V.V., Guzenko V.V. Directions of improvement of processes of membrane separation of juices from fruit and berry raw materials. Progressive technique and technologies of food production enterprises, catering business and trade, 2021. Vol. 1 (33). pp. 89–98. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5036090>.
3. David Durán-Aranguren, D., Juliana Alméjiga Ramírez, C., Catalina Villabona Díaz, L., Ayalde Valderrama, M., & Sierra, R. Production of Pectin from

Citrus Residues: Process Alternatives and Insights on Its Integration under the Biorefinery Concept. Pectins - The New-Old Polysaccharides. IntechOpen, 2022, <https://doi.org/10.5772/intechopen.100153>.

4. Deynichenko, G., Dmytrevskiy, D., Guzenko, V., Omelchenko, O., Perekrest, V. Prospects of using equipment for membrane separation of food liquids. Scientific bulletin of the Tavria State Agrotechnological University, 2023. Vol. 13, № 2. С. 1-11. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-2-12>.

5. Yukun Li, Jianquan Luo, Yinhua Wan. Biofouling in sugarcane juice refining by nanofiltration membrane: Fouling mechanism and cleaning. Journal of Membrane Science. Vol. 612, 2020. 118432, ISSN 0376-7388. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2020.118432>

УДК 620.197.

РОСЛИННІ ЕКСТРАКТИ ЯК ІНГІБІТОРИ КОРОЗІЇ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Савченко О. М.

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

Богомолов О. В.

Державний біотехнологічний університет

Сиза О. І., Корольов О. О., Лапицька Н. В.

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

Середовища харчових виробництв досить корозійно-агресивні. Корозія зумовлює значні втрати металопонди і спричиняє аварійний вихід з ладу обладнання харчових виробництв [1, 2].

Найбільш ефективний і економічний метод боротьби з корозією в кислих, нейтральних та лужних середовищах є інгібіторний захист [1,2]. Для захисту обладнання харчової промисловості перспективне використання безпечних інгібіторів, а саме природних органічних сполук із рослинної сировини.

В останні роки зростає різноманітність інгібіторів на основі екстрактів рослинної сировини [3-9]. Наприклад, досліджено екстракт листя фінікової пальми (Phoenix), який проявив антикорозійні властивості в 15 % розчині HCl [4]. Встановлена інгібуюча ефективність кислотного гідролізату листя оливкового дерева в 0,5 М NaCl [4, 5]. У фізико-механічному інституті ім. Г. В. Карпенка НАН України (м. Львів) створено інгібіторні композиції на основі екстрактів з дубової стружки [6]. На базі Дніпропетровської металургійної академії розроблені наукові основи створення антикорозійних наповнювачів з рослинних відходів для ґрунтовок та лакофарбових покриттів [7]. Групою науковців розроблені інгібітори на основі відходів олійного виробництва, шкірки гранату, пряно ароматичної сировини, виноградних кісточок (м. Чернігів) [8,9].

Частина екстрактів рослинних інгібіторів мають певні недоліки, які обмежують їх застосування у харчовій промисловості. Наприклад, короткий

термін зберігання; різкий та стійкий запах, відсутність широкої сировинної бази та обґрунтованих економічних показників. В цьому аспекті викликає інтерес дослідження побічних продуктів олійного виробництва.

Метою дослідження було вивчення впливу екстракту шроту плодів шипшини на корозійну стійкість сталей та визначення його хімічного складу

Протикорозійну ефективність водно-спиртового екстракту шроту плодів шипшини досліджували гравіметричним методом на зразках сталі Ст3 при додаванні у 0,1М розчин хлоридної кислоти за температури 273 К (рис.1). Швидкість корозії (K_m , г/(м²·год)) оцінювали за формулою $K_m = (m_1 - m_2) / S \cdot t$, де m_1 – маса зразка до випробування, г; m_2 – маса зразка після випробування, г; S – площа поверхні зразка, м²; t – тривалість дослідження, год.

Ефективність протикорозійної захисної дії інгібітора визначали за ступенем захисту: $Z_m = [(K_m - K'_m) / K_m] \cdot 100\%$, де K_m , K'_m – швидкість корозії за втратою маси металу без інгібітору та з інгібітором, відповідно, г/(м²·год).

Ефективність інгібуючої дії екстракту шроту шипшини за гравіметричними дослідженнями на сталі Ст3 наведені у таблиці 1 (час експозиції 3 години).

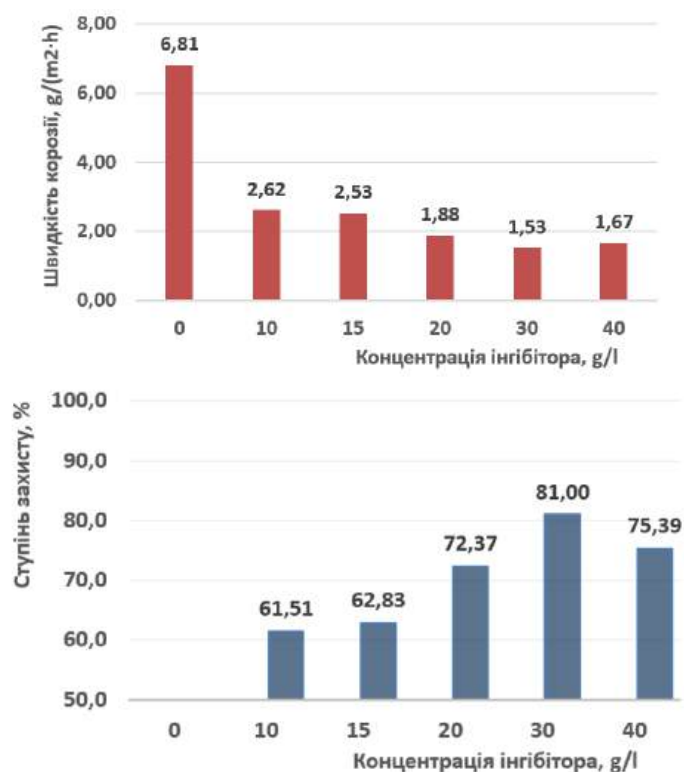


Рисунок 1. Протикорозійна ефективність екстракту шроту плодів шипшини на Ст3 в 0,1 М НСІ (293 К)

Оптимальна кількість екстракту у 0,1 М розчині НСІ для протикорозійного захисту сталей складає 30 г/л.

Електрохімічні дослідження проводили на зразках Сталі 20 циліндричної форми ($d = 6$ mm, $h = 15$ mm) у 0,1 М розчині хлоридної кислоти (табл. 1). За допомогою приладу Р5126 поляризаційний опір (R_p) вимірювали протягом 6 год. За результатами вимірювання розраховували коефіцієнт гальмування ($\gamma_{\text{кор}}$) і

ступінь захисту: $Z_{\text{кор}} = (1 - 1/\gamma_{\text{кор}}) \times 100\%$.

Таблиця 1 Результати визначення протикорозійної ефективності екстракту шроту плодів шипшини методом поляризаційного опору (6 годин в 0,1 HCl)

Концентрація екстракту, g/l	R_p , Ом	γ	Z, %
		6 год	
0	377	–	–
10	1360	3,61	72,28
15	3040	8,06	87,59
20	5920	15,70	93,63
30	8600	22,81	95,61

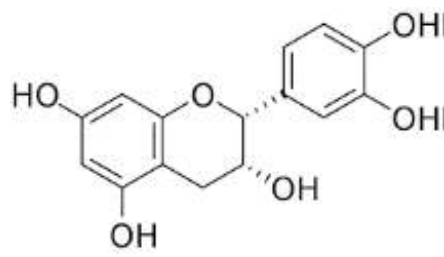
Найвищу ефективність дії інгібітора за концентрації 30 г/л. Протягом перших 2-4 годин дослідження відбувалося зменшення поляризаційного опору, який у подальшому набув постійних значень. Ступінь захисту ($Z_{\text{кор}}$), розрахований за поляризаційним опором, через 6 год складає 72,28 - 95,61 %, коефіцієнт гальмування набув значень від 3,61 до 22,81.

Отримані результати можна пояснити взаємодією органічних сполук екстракту шроту плодів шипшини з поверхнею металу. У результаті утворюється захисна плівка, що ізолює цю поверхню від агресивного впливу середовища. Речовинами, які здатні суттєво гальмувати корозійний процес, є поліфеноли з антиоксидантними властивостями, вуглеводи, амінокислоти та білки.

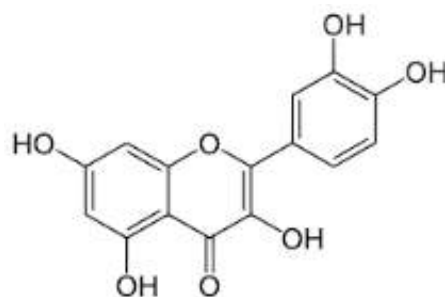
Хімічний склад шроту плодів шипшини досліджували за ІЧ-спектрами на спектрометрі з Фур'є-перетворювачем Nicolet iS5 (Thermo Fisher Scientific) в інтервалі хвильових чисел 4000...400 cm^{-1} . Шрот містить моно-, дисахариди та високий вміст лігніну (17%), який відноситься до класу поліфенольних сполук і виявляє антиоксидантні властивості. Відомо, що органічні сполуки, які мають антиоксидантні властивості є також і ефективними інгібіторами корозії металів та сплавів.

Загальний вміст поліфенолів (3850,0 мг/100 г) визначали спектрофотометричним методом із використанням реактиву Folin-Ciocalteu, який складає.

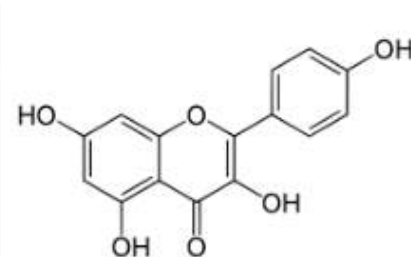
Відомо, що поліфеноли плодів шипшини представлені в основному флавоноїдами, серед яких переважають катехіни, а також флавонолами – кверцетином та кемпферолом, флавонол-глікозидом, рутином та ін:



Катехін



Кверцетин



Кемпферол

Отже, наявність у органічних сполуках шроту шипшини значної кількості

реакційних груп поліфенольних сполук зумовлює взаємодію їх з поверхнею сталі, що показує перспективність використання їх у протикорозійному захисті.

Висновки

Застосування інгібіторів є ефективним засобом захисту металів від корозії. Отриманий водно-спиртовий екстракт шроту шипшини проявляє протикорозійний ефект – ступінь захисту сталі становить 81 – 94 % при оптимальній концентрації 30 г/л. Наявність в екстракті значної кількості реакційно-активних поліфенольних сполук, забезпечує утворення пасивного захисного шару на поверхні сталі.

Список використаних джерел

1. Тищенко Г.П. Корозія і захист від корозії в харчовій промисловості: Кн.1. Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. 457 с.
2. Стоєв П. І., Литовченко С. В., Гірка І. О., Грицина В. Т. Хімічна корозія та захист металів: навчальний посібник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. 216 с..
3. Murungi P.I. and Sulaimon A.A. Ideal corrosion inhibitors: a review of plant extracts as corrosion inhibitors for metal surfaces. *Corrosion Reviews*. 2022. Vol. 40. No. 2. P. 127–136.
4. Umoren S. A., Solomon M. M., Obot I. B., Suleiman R. K. Date palm leaves extract as a green and sustainable corrosion inhibitor for low carbon steel in 15 wt.% HCl solution: the role of extraction solvent on inhibition effect. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. Vol. 28(30). P. 40879–40894.
5. Philippe R., Chahla R., Mohamed M. Corrosion inhibition of copper in 0.5 M NaCl solutions by aqueous and hydrolysis acid extracts of olive leaf *Journal of Electroanalytical Chemistry*. 2020. Vol. 859. P. 113834.
6. Slobodyan Z.V., Mahlatyuk L.A., Kupovych R.B., Khaburs'kyj Ya.M. Compositions based on the extracts of oak bark and chips as corrosion inhibitors for medium-carbon steels in water. *Mater. Sci.*, 2015. 50, No. 5. P. 687–697.
7. Чигиринец Е.Э., Липатов С.Ю. Исследование ингибирующих свойств водных экстрактов косточковых препаратов / Е.Э. Чигиринец, // Экотехнологии и ресурсосбережение. 2003. №6. С. 8-41.
8. Сиза Ольга, Савченко Олеся, Корольов Олександр, Авер'янов Федір. Вторинна сировина харчових виробництв у інгібіторному захисті сталей. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2014. Т.2., № 8. С. 278-282
9. Savchenko O.N. Plant Extracts for Inhibitory Protection of Steel / O.N. Savchenko, O.I. Sizaya, V.N. Chelyabieva, A.A. Maksimenko // *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*. 2018. Vol. 54. № 3. P. 490-495.

УДК 664.1.033

УДОСКОНАЛЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО АПАРАТУ НАХИЛЕНОГО ТИПУ

Піхтерев Р.С., студент, Люлька Д.М., к.т.н., доцент

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Описано модернізацію промислового дифузійного апарату бурякоцукрового виробництва нахилоного типу. В результаті підвищується інтенсивність екстрагування сахарози з бурякової стружки і зменшуються її втрати в жомі.

Дифузійні апарати нахилоного типу широко використовуються на цукрових заводах. Очевидними перевагами цих апаратів є невелика металоємність, простота конструкції, простота обслуговування та те, що процес екстрагування здійснюється в одній ємності — все це посприяло широкому розповсюдженню даного типу апаратів.

Недоліком дифузійного апарату нахилоного типу є те, що при проходженні бурякової стружки вздовж апарату, нижні її шари внаслідок наявності зазору між зовнішнім витком шнека і корпусом є малорухомими та блокують теплопередачу від парових камер до сокостружкової суміші, внаслідок чого погіршується прогрівання стружки, а отже і процес екстрагування сахарози в воду.

Холодна стружка, що потрапляє в дифузійний апарат повинна швидко прогріватися до оптимальної температури (72...74°C) при якій забезпечуються умови інтенсивного екстрагування сахарози з бурякової стружки в воду. Така температура досягається лише в середніх секціях апарату. В початкових же секціях дану температуру неможливо досягти через низьку інтенсивність теплопередачі, внаслідок наявності зазору між зовнішнім витком шнека і корпусом, в якому при транспортуванні бурякової стружки знизу до верху по довжині апарату утворюється малорухомий шар, який погіршує теплопередачу від парових камер до сокостружкової суміші. Крім того ця стружка перебуває в апараті довше, ніж це необхідно з технологічної точки зору. Через надмірний час перебування бурякової стружки в дифузійному апараті нецукри переходять в дифузійний сік, що призводить до погіршення його якості.

Нами пропонується удосконалення конструкції дифузійного апарату нахилоного типу що вирішить проблему неефективного прогрівання бурякової стружки по всьому поперечному перерізу та підвищить якість дифузійного соку за рахунок покращення умов передачі тепла від поверхні парової камери до шару бурякової стружки.

Проблему рівномірного прогрівання бурякової стружки по всьому поперечному перерізу запропоновано вирішити за рахунок покращення умов передачі тепла від поверхні парової камери до шару бурякової стружки, яке можливо досягти переміщенням транспортуючими шнеками 1 цього малорухомого шару стружки по коритоподібному днищу вздовж апарату до вивантажувального механізму за допомогою еластичних елементів 2, що

притискаються металевою пластиною 3 до зовнішніх полос (витків) 4 гвинтових шнеків (рис. 1).

Переміщення цієї стружки та підведення нових холодніших порцій приведе до покращення процесу передачі тепла від парових камер до сокостружкової суміші, дозволить швидше досягти оптимальної температури екстрагування і підвищити ефективність процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки.

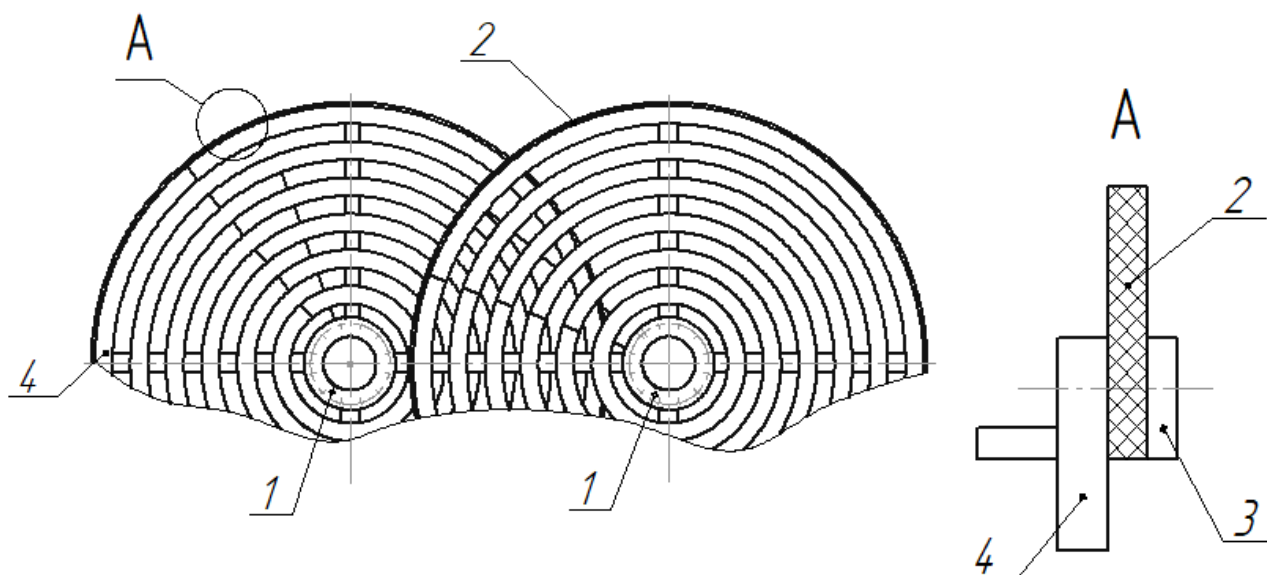


Рис. 1. Модернізований транспортуєчий шнек дифузійного апарату

Висновок.

В результаті проведеної модернізації покращується процес передачі тепла від парових камер до сокостружкової суміші, що дозволить швидко досягти оптимальної температури проведення процесу дифузії, а, отже, і підвищити ефективність екстрагування сахарози з бурякової стружки. За час проходження бурякової стружки вздовж апарату буде досягнуто зменшення концентрації сахарози в стружці до нормативних показників, а отже буде знижено її втрати в жомі.

Секція 8

||| **НАДІЙНІСТЬ І МІЦНІСТЬ
МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ТА
БУДІВНИЦТВО В АПК**

УДК 628.477:666.9

ВПЛИВ МІКРОНАПОВНЮВАЧІВ ТЕХНОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ НА АДГЕЗІЮ СУМІШЕЙ ДЛЯ ПІДЛОГ

Шептун С.Ю. к.т.н. ст. викладач

Державний біотехнологічний університет

Використання шламу від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію, керамзитового пилу, золи виносу з метою збільшення зчеплення з основою розчинів сухих будівельних сумішей на цементній основі для улаштування наливних підлог.

Мета дослідження полягає в збільшенні адгезії розчину сухої будівельної суміші на цементній основі до бетонної основи шляхом модифікування складу мікродисперсними відходами промислових виробництв. При застосуванні у якості відходів виробництва шламу мокрого газоочищення виробництва феросиліцію, шламу водопом'якшення і керамзитового пилу повинна зменшитись собівартість продукції і підвищитись енергоефективність виробництв.

За основу була прийнята суха будівельна суміш на цементній основі зі складом: цемент, пісок кварцовий, пластифікатор, целюлоза Вермосолл, редиспергований сополімерний порошок. В якості модифікаторів: шлам від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію Запорізького феросплавного заводу, шлам водопом'якшення харківської ТЕЦ – 5, керамзитовий пил харківського керамзитового заводу.

Під час виплавки феросиліцію утворюються феросплавний газ, що очищається по технології мокрого газоочищення. В результаті формується пульпа, що транспортується в шламонакопичувачі.

Нажаль, використовувати шлам одразу зі шламонакопичувачів для модифікування сухої суміші неможливо. Впродовж багатьох років під відкритим небом він злежувався і набирався вологи. Тому, перед використанням, його потрібно висушити і подрібнити. Подрібнення шламу проводилось на дезінтеграторі. Таким чином було отримано мікродисперсний порошок з питомою поверхнею 15000-25000 см²/г. Попередньо були проведені дослідження впливу строків зберігання шламу і визначено, що найкращий результат досягається при використанні шламу більше 25 років у кількості 15% від маси цементу (Петров, А. М., & Шептун, С. Ю., 2021).

Шлам водопом'якшення харківської ТЕЦ – 5 утворюється в результаті демінералізації води. Перед використанням його, теж, необхідно висушити. Через високу дисперсність шламу водопом'якшення (більше 2870 см²/г) немає необхідності в його поглибленому подрібненні на дезінтеграторі.

Керамзитовий пил виникає як відхід виробництва при випаленні керамзитового гравію на Харківському керамзитовому заводі. Перед використанням його необхідно висушити. Питома поверхня керамзитового пилу складає 2500-3000 см²/г

Випробування проводились відповідно з методикою ДСТУ Б В.2.7-126:2011 «Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови».

Результати випробувань розчинів на адгезію наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати випробування зразків на міцність зчеплення з основою

Найменування компоненту	Кількість (мас.ч.)				
Цемент ПЦ-500	30				
Пісок	68				
Пластифікатор	0,5				
Целюлоза Vermocoll	0,01				
Редиспергований порошок ELOTEX	1,49				
Шлам ЗФЗ, % від цементу	15%	15%	15%	15%	15%
Шлам ТЕЦ-5, % від цементу	-	5%	10%	-	-
Керамзитовий пил ХКЗ, % від цементу	-	-	-	5%	10%
В/Ц	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6
Міцність контакту з бетонною основою (кгс/см ²)					
3 дні	4,5	4,5	2,5	5,5	5,5
7 днів	7,5	4,5	1,5	4,0	7,5
14 днів	4,5	4,5	2,5	5,5	5,5
28 днів	10,0	10,0	8,5	13,5	12,5

Після аналізу результатів, що наведені в таблиці 1, встановлена залежність міцності зчеплення з основою зразків від кількості і виду мікронаповнювачів.

При одночасному додаванні шламу ЗФЗ і керамзитового пилу ХКЗ спостерігається зростання міцності зчеплення з основою на 25-35 % порівняно з контрольним зразком.

При одночасному додаванні шламу ЗФЗ і шламу ТЕЦ – 5 очікуваного збільшення міцності зчеплення не відбулось. Більше того, при збільшенні вмісту шламу ТЕЦ – 5 до 10 %, спостерігається зниження міцності на 15 %.

Такий вплив на міцність зчеплення з основою шламу водопом'якшення харківської ТЕЦ – 5 можна пояснити формуванням навколо зерен аліту кристалів кальциту. Кристали кальциту мають меншу твердість порівняно з кристалами кварцу, що призводить до зменшення міцності зчеплення з основою.

Висновки. При додаванні керамзитового пилу ХКЗ і шламу від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію ЗФЗ збільшується контактна зона між розчином і бетонною основою. В результаті чого збільшується міцність зчеплення розчину з основою. Одночасне використання шламу водопом'якшення харківської ТЕЦ-5 і шламу від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію ЗФЗ не привело до збільшення міцності.

Список використаних джерел

1. Badur, Smita, Rubina Chaudhary. Utilization of hazardous wastes and by-products as a green concrete material through S/S process: A review. *Rev. Adv. Mater. Sci* 17.1-2, 2008. P. 42-61.
2. Ковальський, В. П., Сідлак О. С. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, вип. 16.1. Вінниця, 2014 р. С. 35-40.
3. Астахова, Н. В. "Дослідження деформативних властивостей цементного каменю з використанням активованих відходів ГЗК." *Вісник Криворізького національного університету*, вип. 54. Кривий ріг, 2022 р.
4. Дерев'янко, В. М., Мосьпан, В. І., Колохов, В. В. та ін. Основні напрямки досліджень із використання золи ТЕС у виробництві будівельних матеріалів. *Український журнал будівництва та архітектури*, вип. 1. Дніпро, 2020 р. С. 38-44.
5. А. М. Петров, С. Ю. Шептун. Вплив мікронаповнювачів техногенного походження на міцність зчеплення з основою розчину сухої будівельної суміші. *Зб. наук. праць № 24 "Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. Дніпро 2023 р., - С.66-71.

УДК 621.929.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ СИПКИХ КОРМІВ В ТВАРИННИЦТВІ РЕШІТЧАСТИМ ДОЗУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ

**Сотніков Д.О., Погорілий А.Л. здобувачі ВО, Семенцов В.В. к.т.н. доцент,
Семенцов В.І. к.т.н. доцент**

Державний біотехнологічний університет

Процеси дозування сипких матеріалів у сучасному кормоприготуванні вимагають високої однорідності та невеликих діапазонів коливань продуктивності. Перспективним методом підвищення ефективності процесу дозування є кероване вібраційне розрідження та проведення сипкого матеріалу через перфоровану поверхню.

Процеси дозування сипучих матеріалів є базовими в багатьох технологічних процесах тваринництва, харчової, хімічної та фармацевтичної промисловостей.

Сучасні технології передбачають дозування надмалих обсягів сипких дрібнодисперсних матеріалів, що створює значні проблеми та вимагає відповідних науково-технічних заходів. Так, сучасні раціони для тварин передбачають додавання біологічних добавок (ферментів) у співвідношенні 1:1000 до сировини і більше, відхилення від якого знижує харчову цінність кормів, призводить до збільшення собівартості продукції та порушення балансу поживних речовин і до захворювань тварин.

Використання типових методів дозування та технічних засобів не дозволяє

задовольнити сучасні технологічні потреби та потребує відповідних досліджень. Метою дослідження є підвищення ефективності процесу дозування частинок сипучих матеріалів шляхом впровадження контрольованого вібророзрідження сипучого матеріалу в зоні формування дози та створення сприятливих умов для його стабільного висипання.

Методологія дослідження базується на аналітичних та експериментальних методах і передбачає обґрунтування параметрів дозаторів за критеріями продуктивності та рівномірності дозування сипучих матеріалів з урахуванням їх властивостей. Для аналітичних досліджень динаміки сипучого матеріалу в робочій зоні дозатора розглянемо сипучий матеріал у вигляді дисперсної системи з твердими частками довільної форми, що контактують одна з одною. Конструкція дозатора сипких матеріалів складається з вертикально розташованого бункера, поперечний переріз якого має прямокутну форму та звужується в нижній частині. У нижній частині бункера розташований переріз, який має отвори певного діаметру. Сипучий матеріал потрапляє в бункер і під дією сили тяжіння рухається вниз до перерізу в робочій зоні. Математична теорія в цьому випадку пов'язана з нелінійними системами рівнянь у частинних похідних і ускладнюється необхідністю пошуку в процесі розв'язання задачі невідомої області пластичної деформації.

Іншим суттєвим фактором є вміст вологи в частинках сипких матеріалів, що призводить до заміни сухого тертя між частинками в'язким тертям, що веде до необхідності врахування динаміки багатофазних середовищ. Інший динамічний режим сипкого матеріалу пов'язаний з інтенсивним хаотичним рухом частинок, коли тензор напружень залежить від тензора швидкості деформації. Прикладом такого переходу сипкого матеріалу в подібний стан є «псевдорозрідження», яке використовується для інтенсивності просіювання або переміщення матеріалу. Для моделювання ми застосуємо наближений спосіб, використовуючи методи подібності та додаткові припущення. Ми вважаємо, що рух сипкого середовища через будь-який отвір перерізу в робочій зоні має однаковий характер.

Рух розрідженого середовища в каналі скінченної довжини є просторово складним і описується нелінійною системою диференціальних рівнянь з частинними похідними. Розглянемо інтегральну характеристику потоку середовища через заданий отвір перерізу в робочій зоні:

$$q_1 = f(d_0, l_0, \mu, \Delta p) \quad (1)$$

Остаточний вираз для витрати сипкого матеріалу через переріз робочої зони буде пропорційним об'єму та матиме вигляд:

$$Q = \frac{b_2}{b_1} \frac{n_0 \pi d_0^4}{128 \mu} \left(\rho g + \frac{p_1 - p_a}{l_0} \right) \quad (2)$$

Методологія експериментальних досліджень.

Проведення експериментальних досліджень зумовлене необхідністю перевірки адекватності аналітичної моделі та уточнення властивостей сипких матеріалів.

Експериментальній ідентифікації та вимірюванню підлягали такі параметри процесу дозування: кінематичні параметри вібророзріджувального пристрою; конструктивні параметри дозатора; вага відібраних зразків; час експозиції зразків; коефіцієнти внутрішнього та зовнішнього тертя; вологість матеріалу, температура повітря в лабораторії.

Спосіб визначення механічних та технологічних властивостей сипучих матеріалів базувався на відомих методах. Структура сипкого матеріалу являє собою дискретну замкнену систему твердих частинок, що контактують одна з одною. Контакти цих частинок характеризуються з урахуванням припущення, що нормальна міцність на розтяг та тангенціальна міцність у контактах значно менші за міцність самих частинок. Сипкий матеріал також слід розглядати як статичну сукупність твердих частинок, випадкова орієнтація яких у просторі зумовлена дією сил гравітації та тертя.

Фізичний підхід до сипкого матеріалу дозволяє визначити межі його існування між газом (рідиною) та твердим тілом, властивості якого залежать від параметрів твердої та газової фаз.

В результаті аналітичних розрахунків, виконаних із залученням програмного пакету MATLAB, було отримано залежності продуктивності дозатора від частоти та амплітуди коливань вібророзріджувального пристрою (рис. 1) та параметрів отворів перерізу, висоти сипкого матеріалу в бункері та товщини перерізу в робочій зоні пристрою.

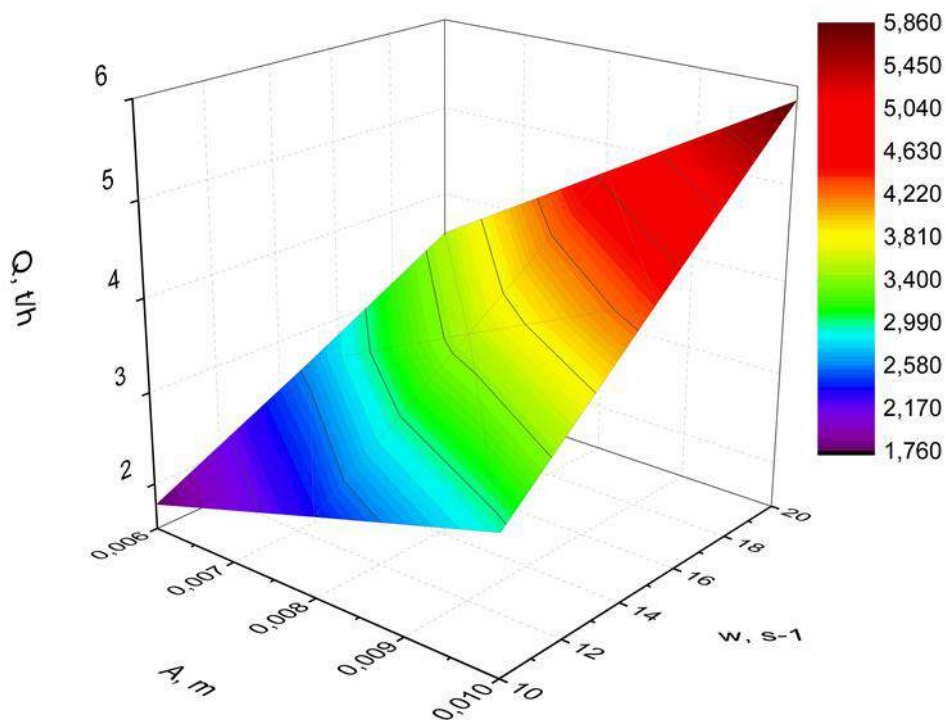


Рис.1. Залежності продуктивності дозатора від частоти (ω) та амплітуди (A) вібрації вібророзріджувального пристрою ($b_0=0,5$ м; $b_1=0,1$ м; $b_2=0,95$ м; $l_0=0,002$ м; $l_1=0,2$ м; $h=1$ м; $d_0=0,01$ м; $\mu_0=0,7$ кг/м.с; $n_0=25$ шт; $\rho=455$ кг/м³)

Вивчення процесу дозування та обґрунтування його раціональних структурних і кінематичних параметрів неможливе без визначення механічних

та технологічних властивостей сипучих матеріалів.

В якості об'єктів дослідження було прийнято сипучий матеріал: біологічного походження - пшеничні висівки, для фармацевтичного призначення - кристалічний порошок.

Результати визначення механічних та технологічних властивостей сипучих матеріалів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Механічні та технологічні властивості сипучих матеріалів (середні значення)

Матеріал	Насипна щільність, кг/м^3	Коефіцієнт зовнішнього тертя	Коефіцієнт внутрішнього тертя	Кут природного укосу, град.	Діаметр отворів, м	Коефіцієнт в'язкості, Па·с	Вологість, %
	ρ	$f_{\text{зов}}$	$f_{\text{вн}}$	α	$d_{\text{сл}}$	μ	W
1 - пшеничні висівки	455	0,42	0,84	46	0,038	35	12,2
2 - кристалічний порошок	758	0,25	0,55	33,5	0,025	60	12

Використовуючи методику та лабораторне обладнання, експериментально визначимо продуктивність дозатора при дозуванні заданих сипучих матеріалів та встановимо відповідні залежності (рис.2).

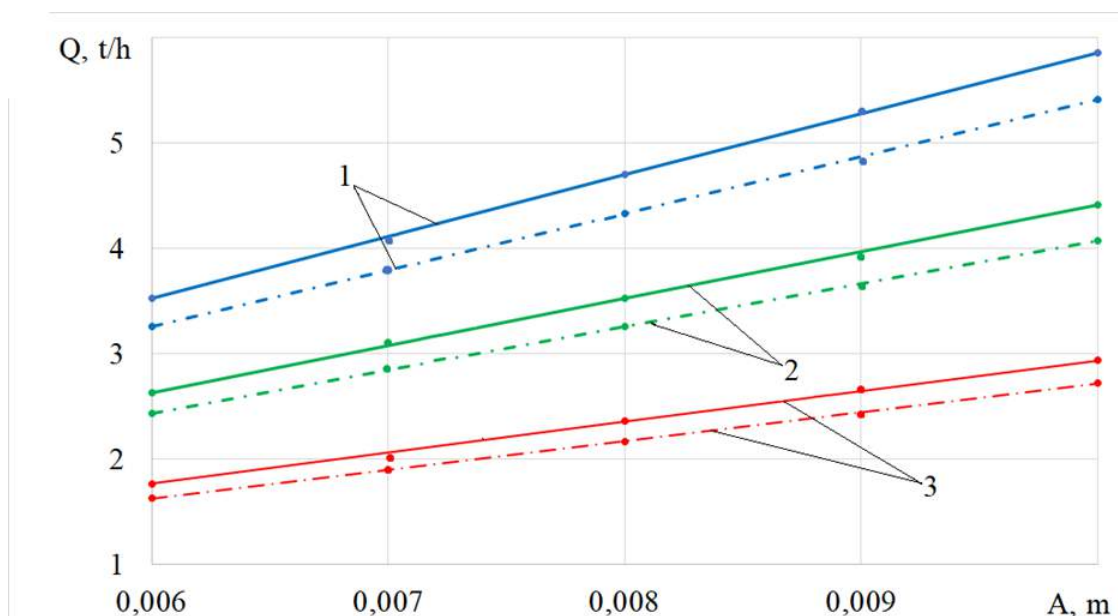


Рис.2. Залежності продуктивності дозатора від параметрів вібрації вібророзріджувального пристрою: 1 – $\omega=20\text{с}^{-1}$; 2 – $\omega=15\text{с}^{-1}$; 3 – $\omega=10\text{с}^{-1}$;
 ————— - матеріал 1; - - - - матеріал 2 ($l_0=0,002$ м; $h=1$ м; $d_0=0,01$ м; $n_0=25$ шт(отвори))

Висновок

Сипучі дрібнодисперсні матеріали, що дозуються, мають складну та неоднозначну реологію. При швидких рухах та за наявності вібрації таке середовище поводить себе як неньютонівська рідина, що описується нелінійними співвідношеннями реологій. Це доводить доцільність використання законів механіки суцільних середовищ про збереження маси та зміну величини руху, які дають скалярне рівняння нерозривності. Розроблені методи та експериментально визначені механічні та технологічні властивості сипучих матеріалів біологічного походження (пшеничні висівки) / фармацевтичного призначення (кристалічний порошок) необхідні для дослідження процесів дозування.

Список використаних джерел

1. Modeling of the Dosing Process of Loose Fine-Dispersed Materials with a Sieve Dispenser [Electronic resource] / V. Sementsov, S. Kharchenko, S. Taras, S. Samborski, V. Voloshchuk, V. Sementsov, O. Maiorov, M. Nikolov // AIP Conference Proceedings : 30th Technical and Scientific Conference on Transport, Ecology - Sustainable Development, Hybrid, Varna, June 13-15, 2024. - Varna, 2024. - Vol. 3294, Issue 1. - Ст. 020016. - <https://doi.org/10.1063/5.0255757>
2. Investigation of dimensional characteristics of pea and millet grain [Text] / O. Nanka, M. Bakum, V. Nagaev, M. Krekot, V. Sementsov, T. Mityashkina, T. Shchur // Teka : Półrocznikiem journal of agri-food industry. - Rzeszow- Lviv, 2021. - Vol. 21, № 1.
3. Інтенсивна експлуатація сільськогосподарської техніки та її вплив на навколишнє середовище [Текст] / В. В. Семенцов, В. І. Семенцов, А. П. Палій, А. П. Палій, С. А. Чигрина // Інженерія природокористування. - 2021. - № 1 (19). - С. 41-47.

УДК 721(76)

КОМПОЗИЦІЙНИЙ ТА ГЕОМЕТРИЧНИЙ ЦЕНТР

Спіра Д. здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Що таке композиційний центр? Композиційний центр – це точка в зображенні, яка миттєво привертає погляд глядача. Це не просто випадкове місце, а результат майстерного поєднання кольорів, контрастів, форм, розмірів та розташування елементів. Композиційний центр визначає, як ми сприймаємо та інтерпретуємо візуальний твір, впливаючи на наші емоції та почуття.

У шедеврі Рембрандта «Нічна варта» динамічне розташування фігур миттєво привертає увагу до ключових персонажів, створюючи відчуття руху та напруги. Композиційний центр може бути використаний для розповіді історії, підкреслення важливих деталей або створення певного настрою.



Рис. 1 – «Нічна варта», Рембрандт ван Рейн

Прикладами композиційного центру в архітектурі є:

Тадж-Махал (Агра, Індія). Симетричне розташування мавзолею в центрі комплексу є ключовим. Усі інші елементи підпорядковані йому та ведуть до нього погляд;

Лувр з пірамідою (Париж, Франція). Розташована в центрі піраміда різко контрастує з класичною архітектурою палацу, але водночас стає фокусною точкою;

Палац культури і науки (Варшава, Польща). Висота та монументальність палацу роблять його видимим з багатьох точок Варшави. Симетрична структура з центральною вежею, оточеною меншими вежами та корпусами, підкреслює його центральне положення;

Музей Гугенгайма (Нью-Йорк, США). Зовні спіральна структура музею вирізняється з навколишньої прямокутної забудови, притягуючи погляд.

Що таке геометричний центр? Геометричний центр – це математично обчислена середина зображення, тобто точка, що знаходиться на рівній відстані від усіх країв. Розміщення об'єкта в геометричному центрі може створити відчуття статичності, формальності та рівноваги, підкреслюючи його важливість. Симетричні архітектурні композиції часто використовують геометричний центр для створення враження величчя, порядку та гармонії.

Прикладами геометричного центру в архітектурі є:

Будівля парламенту Німеччини (Рейхстаг) (Берлін). Склопний купол розташований симетрично над головним залом, візуально домінує над зовнішнім виглядом будівлі;

Собор Святого Петра (Ватикан). Кругла форма купола контрастує з лінійними елементами базиліки, привертаючи увагу до центральної точки. Перетин головних осей собору, над яким підноситься купол, є геометричним центром плану;

Вілла Ротонда (Віченца) (Італія). Чотири ідентичні фасади виходять на чотири сторони світу, а в центрі розташована кругла зала, яка є точкою перетину всіх осей будівлі;

Церква Сан-Карло-алле-Кватро-Фонтане (Рим, Італія). Овальний план з

центральною куполом візуально фіксує центральну частину інтер'єру. Поверхня купола з геометричними фігурами підсилює відчуття центральності та спрямовує погляд вгору.

Відмінності між композиційним та геометричним центром. Ключова відмінність композиційного та геометричного центрів полягає в їхній природі. Композиційний центр базується на візуальній вазі елементів, їхній здатності привертати увагу, тоді як геометричний центр – це математично обчислена середина зображення.

Композиційний центр може не співпадати з геометричним. Навмисне зміщення композиційного центру може створити динаміку, напругу та зацікавлення у творі. Для більш правильного розміщення композиційного центру, необхідно знати правило третин.

Правило третин. Правило третин передбачає поділ зображення на дев'ять рівних частин за допомогою двох горизонтальних та двох вертикальних ліній. Розміщення важливих елементів вздовж цих ліній або в точках їх перетину створює більш гармонійну та збалансовану композицію. Правило третин тісно пов'язане з золотим перетином, яке вважається одним з найгармонійніших співвідношень у природі. Приклади в архітектурі:

Парфенон (Афіни, Греція). Розподіл елементів тяжіє до розміщення важливих деталей уздовж уявних ліній третин. Кутові колони візуально сприймаються як сильні точки на перетині цих ліній;

Вілла Савой (Пуассі, Франція). Горизонтальна структура вілли, піднятої на колонах, демонструє поділ на три основні рівні: колони, основний житловий простір та тераса на даху. Вертикально вікна та колони розташовані таким чином, де важливі елементи знаходяться вздовж уявних вертикальних ліній третин.

Золотий перетин. Золотий перетин – це ірраціональне число ϕ , що дорівнює приблизно 1,618. Це співвідношення виникає, коли ціле ділиться на дві частини таким чином, що відношення всієї величини до більшої частини дорівнює відношенню більшої частини до меншої. Приклади в архітектурі:

Собор Паризької Богоматері (Нотр-Дам де Парі) (Париж, Франція). Вертикальні та горизонтальні поділи (співвідношення висоти ярусів, ширина центральної частини до бічних веж) наближаються до золотого перетину. Розташування вікна-розетки також пов'язане із золотими пропорціями відносно інших елементів фасаду;

Шартрський собор (Шартр, Франція). Пропорції фасаду та розташування веж демонструють використання золотого перетину. Висота веж відносно ширини фасаду, а також співвідношення між різними рівнями та віконними прорізами відповідають золотим пропорціям, створюючи відчуття гармонії та балансу.

Висновок. Архітектурні приклади ілюструють, як майстерне використання композиційного та геометричного центрів, правила третин та золотого перетину допомагає створювати вражаючі та гармонійні візуальні образи, що впливають на наші почуття та емоції.

УДК 621.7

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

Солодовник Е.В. здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

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

Вступ до Індустрії 4.0 та роль 3D-моделювання

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

Можливості Autodesk Inventor у контексті Індустрії 4.0

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

Інтеграція з іншими технологіями Індустрії 4.0

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

Переваги використання Autodesk Inventor для підприємств

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

Висновок

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

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

УДК 621.7

3D-МОДЕЛЮВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Лаптії І.Р здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

3D modeling enables the creation of accurate virtual models and their analysis at early development stages. This technology simplifies design processes and improves product quality. It contributes to production optimization and the implementation of innovative solutions.

Сучасні технології 3D-моделювання стали фундаментальним інструментом у процесах інженерії та промислового виробництва. Завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу і широкому спектру функціональних можливостей, такі програми дозволяють не лише створювати віртуальні моделі деталей із високою точністю, а й аналізувати їхню конструктивну надійність та функціональність на ранніх етапах розробки. Це дозволяє уникнути багатьох помилок, що можуть виникнути у фізичному виробництві, і значно знизити витрати на корекції.

Однією з вагомих переваг 3D-моделювання є його доступність і простота освоєння, що дає змогу інженерам обирати програмні рішення, найбільш відповідні для конкретних завдань та рівня складності проєктів. Завдяки широкому набору інструментів, інженери можуть створювати складні геометричні форми, які важко або неможливо реалізувати за допомогою традиційного креслення. Висока деталізація моделей і можливість швидкого внесення змін роблять процес проєктування гнучким і адаптивним.

Візуалізація конструкцій у тривимірному просторі дозволяє оцінити їх зовнішній вигляд, виявити можливі недоліки конструкції ще до виготовлення, а також провести цифрові симуляції для тестування характеристик деталей. Крім того, сучасні САД-системи оснащені інструментами для автоматичного виявлення несумісностей, що допомагає підвищити якість та точність кінцевого виробу.

Наявність великих бібліотек стандартних компонентів та шаблонів значно спрощує навчання і пришвидшує роботу інженерів. Використання 3D-моделювання не лише оптимізує виробничі процеси, а й відкриває нові можливості для впровадження інноваційних рішень у різних галузях техніки. Подальше вдосконалення навичок у цій сфері є ключем до успішного застосування сучасних інженерних технологій у практичній діяльності та підвищення конкурентоспроможності фахівців.

УДК 721(76)

ЗОЛОТИЙ ПЕРЕТИН. СПІРАЛЬ АРХІМЕДА

Халенко А. здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Вступ

Золотий перетин і спіраль Архімеда — це два важливі математичні поняття, які знайшли широке застосування в різних сферах життя. Вони не лише надають естетичну гармонію, але й є важливими інструментами в архітектурі, дизайні та технологіях. Ці математичні концепції демонструють, як математика і природа можуть взаємодіяти для досягнення максимальної ефективності та краси. Вони також відіграли важливу роль у розвитку архітектури та будівництва.

Золотий перетин: визначення і застосування

Золотий перетин — це співвідношення двох величин, яке є оптимальним з точки зору естетики та природного порядку. Якщо одна частина відносно іншої має співвідношення, яке дорівнює золотому числу (приблизно 1,618), то такий поділ називається золотим перетином. Математичне вираження: $\frac{a+b}{a} = \frac{a}{b} = \phi$.

Золотий перетин можна зустріти в багатьох природних явищах, від структури рослин до геометрії самих живих організмів.

Застосування золотого перетину:

Архітектура: Золотий перетин використовується в дизайні будівель, щоб створити пропорції, які виглядають природно та гармонійно. Відомі приклади включають піраміди Єгипту, Парфенон в Афінах та багато інших класичних будівель.

Дизайн: У сучасному графічному дизайні, веб-дизайні та виробництві золотий перетин активно використовується для досягнення ідеальної композиції та симетрії. Це може бути використано у розташуванні елементів на сторінці або у створенні логотипів.

Мистецтво: Техніки золотого перетину використовувалися художниками, такими як Леонардо да Вінчі та Рафаель, для створення витворів мистецтва з ідеальними пропорціями, які підкорюють око і сприймаються як природно красиві.

Спіраль Архімеда: визначення та застосування

Спіраль Архімеда — це одна з найпростіших і найвідоміших спіралей, що виникає при рівномірному русі точки по лінії, що розширюється з постійною швидкістю. Вона є важливою математичною моделлю в різних галузях науки та техніки. Полярне рівняння: $r=a+b\theta$.

Застосування спіралі Архімеда:

Архітектура: Спіраль Архімеда знаходить своє застосування у виготовленні сходів і конструкцій, де необхідна рівномірна зміна висоти з певною швидкістю. Це особливо помітно в таких будівлях, як стародавні вежі та маяки, а також в сучасних конструкціях, таких як ескалатори і ліфти.

Машинобудування та технології: Спіраль Архімеда використовується у механізмах, що передають рух, таких як шнекові конвеєри, різноманітні двигуни та насосні системи.

Природні явища: Спіралі Архімеда можна знайти в природі, зокрема у формі мушель, рогів тварин або спіральних галактик, що додає естетичної та математичної значущості цьому геометричному феномену.

Вплив золотого перетину і спіралі Архімеда на архітектуру

Золотий перетин і спіраль Архімеда мають надзвичайне значення для розвитку архітектури. Використання цих математичних понять дозволяє створювати будівлі і структури, які є не лише технічно ефективними, але й естетично приємними. Пропорції, засновані на золотому перетині, допомагають архітекторам досягати оптимальної гармонії між елементами конструкцій. Спіралі Архімеда в свою чергу додають динаміки та руху в простір, що особливо важливо для створення величних і прогресивних архітектурних форм.

Застосування в архітектурі

Парфенон (Греція): Один з найвідоміших прикладів використання золотого перетину в архітектурі. Співвідношення розмірів стін, колон і фризів побудовані згідно з принципами золотого перетину.

Собор Святого Петра (Ватикан): Архітектори Ренесансу, зокрема Мікеланджело, використали золотий перетин для створення ідеальних пропорцій.

Спіралі в архітектурі: Спіралі Архімеда застосовувалися в дизайні сходових кліток, що додають естетики та функціональності в будівлі. Яскравим прикладом слугують гвинтові сходи Браманте музею Ватикана.



Роль у розвитку архітектури та будівництва

Використання математичних принципів у архітектурі допомагає створювати більш ефективні та естетично приємні будівлі. Золотий перетин і спіралі Архімеда стали важливими інструментами для архітекторів, оскільки вони дозволяють не лише зберігати рівновагу та гармонію в пропорціях, а й досягати функціональності конструкцій. Вони дозволяють зробити архітектурні об'єкти не лише красивими, але й практичними, легкими для сприйняття та ефективними з технічної точки зору.

Висновки

Золотий перетин та спіраль Архімеда — це не просто математичні концепції, а потужні інструменти для досягнення гармонії, ефективності та краси в різних галузях, особливо в архітектурі та дизайні. Їх застосування дозволяє

створювати будівлі, які поєднують естетику, функціональність та природну пропорційність. Сьогодні ці принципи залишаються актуальними, і архітектори продовжують використовувати їх для створення сучасних шедеврів архітектури, що відзначаються своєю величиною та досконалістю.

УДК 721(76)

ШРИФТОВА КОМПОЗИЦІЯ

Кучерявий М.В. здобувач ВО, Марченко М.В. к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Метою цього тексту є ознайомлення з поняттям шрифтової композиції, розкриття її ролі в дизайні, аналіз основних принципів побудови текстових елементів у графічному та веб-середовищі, а також демонстрація практичного значення шрифтів для створення ефективної, виразної та зручної для сприйняття візуальної інформації.

Шрифтова композиція — це мистецтво й техніка організації текстових елементів у просторі з метою досягнення виразності, зручності читання та гармонії візуального сприйняття. Вона охоплює різноманітні аспекти оформлення тексту, зокрема розміщення символів і блоків, вибір розміру, стилю, насиченості та начертання шрифтів. Важливу роль відіграє також поєднання кількох шрифтів у межах одного дизайну, де кожен з них має відповідати загальній концепції, підсилювати зміст і забезпечувати візуальний баланс. Успішна шрифтова композиція сприяє ефективному сприйняттю інформації, підкреслює естетичну привабливість макету й допомагає передати настрій або характер повідомлення.

Сфери застосування шрифтової композиції:

Графічний дизайн — створення логотипів, плакатів, рекламних матеріалів, пакувань для продукції, фірмового стилю тощо. У цих елементах шрифтова композиція відіграє ключову роль у формуванні впізнаваного образу та передаванні ідеї бренду.

Друковані видання — книги, газети, журнали, брошури та інші носії друкованої інформації. Тут важливо забезпечити не лише художню виразність, а й зручність читання, дотримуючись правил типографіки.

Веб-дизайн — оформлення вебсайтів, мобільних додатків, сторінок у соціальних мережах, банерів для інтернет-реклами. Шрифтова композиція впливає на загальну естетику, навігацію й сприйняття контенту в цифровому середовищі.

Міський дизайн — розробка вуличної навігації, банерів, вивісок, інформаційних табличок, вказівників тощо. У публічному просторі особливо важливі читабельність із різної відстані, контрастність і адаптація до навколишнього середовища.

У процесі створення дизайну текстів у графічному та веб дизайні важливо

не лише передати зміст, а й зробити його максимально помітним та зручним для сприйняття. Для цього використовують наступні інструменти та правила:

При створенні різноманітних дизайнів для створення ієрархії прибігають до використання різноманітних кольорів, що виділяють та підкреслюють головну інформацію

Використання різноманітних товщин, розмірів та стилів тексту

Написання найбільш важливої інформації виписують заголовними літерами

При створенні фплакатів дизайнери мають приділити увагу розміщенню тексту для надання йому виразності та правильної подачі

Сітки для впорядкування тексту й зображень. Це дозволяє досягти узгодженості, симетрії та акуратного розміщення елементів на площині.



Приклади створених плакатів у яких використання правильна шрифтова композиція з застосуванням різноманітних шрифтів та кольорів. Опираючись на цей приклад можна побачити правильне створення акцентів для виділення інформації від найбільш важливої до другорядної.

Шрифтова композиція в типографії

У типографії шрифтова композиція відіграє центральну роль у формуванні зовнішнього вигляду друкованих видань, Забезпечує зручність читання, візуальний ритм і логічну структуру подачі тексту. Правильне використання розмірів шрифтів, міжрядкових інтервалів, полів, вирівнювання та контрастів створює гармонійне оформлення сторінки. У типографічному дизайні важливо дотримуватись принципів ієрархії, щоб заголовки, підзаголовки й основний текст були чітко відокремлені, а читач міг легко орієнтуватися в інформації.

Висновок: Шрифтова композиція є не лише технічним елементом дизайну, а й потужним інструментом візуальної комунікації. Вона дозволяє ефективно передавати зміст, емоції та настрій, впорядковуючи інформацію таким чином, щоб її було зручно сприймати. Вдале поєднання шрифтів, кольору, стилів і розмірів створює ієрархію, яка спрямовує увагу глядача на головне. У сфері графічного, веб- та міського дизайну грамотна шрифтова композиція допомагає зробити продукт не лише естетично привабливим, але й функціональним. Розуміння базових принципів типографіки, увага до деталей і практичне застосування навичок — основа створення успішних дизайн-проектів.

Список використаних джерел

1. Елен Луфтон — "Думай як дизайнер. Типографіка"
2. Adobe — *Typography Principle*

Секція 9

||| **АРХІТЕКТУРА СУЧАСНОГО
УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА**

УДК 721.001:624.04

БРАТИ ТИМОШЕНКИ: ПОДОРОЖ У МИНУЛЕ УКРАЇНСЬКОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ НАУКИ

Акмен І.Р., к. арх.

Державний біотехнологічний університет

Нащадки українського козацького роду із Сумщини, всесвітньо відомі науковці і громадські діячі — брати Тимошенки на довгий час були постатями «умовчання», але їх діяльність як в Україні, так і поза її межами є потужним прикладом служіння Батьківщині й вітчизняній інженерній галузі

У селі Базилівка Чернігівського повіту в родині землеміра Прокопа Тимошенко народилися Степан (1878–1972), Сергій (1881–1950) та Володимир (1885–1965) Тимошенки. Життєві перспективи братів були пов'язані із діяльністю громадського діяча з гетьманського роду — Петра Дорошенка (1857–1919), який підтримував родину і допомагав їм отримати освіту.

1889 року старший — Степан — успішно склав вступні іспити до Роменського повітового училища. Після закінчення училища хлопець віддав перевагу Шляховому інституту — найкращому навчальному закладу, де на той час працював видатний математик і механік М. В. Остроградський. Після закінчення він залишився там працювати до того, коли виграв конкурс на заміщення посади професора кафедри опору матеріалів Київського політехнічного інституту. Влітку 1906 року в Геттінгенському університеті Степан дослідив важливу для будівництва проблему стійкості стиснутих пластин, що стало новим етапом розвитку механіки деформовного твердого тіла. Його діяльність як професора Київського політехнічного інституту стала надзвичайно плідною й багатогранною. Він розширив і устаткував новими дослідними машинами лабораторію механічних випробувань, започаткував викладання курсу теорії пружності, оновив курс опору матеріалів та методику його викладання, написав для нього підручник, виданий у літографованому вигляді в 1908 році, а надрукований пізніше в 1911 році [1]. Цей унікальний підручник з опору матеріалів пізніше був перекладений багатьма мовами та неодноразово перевидавався протягом півстоліття. Попри завантаженість адміністративною та викладацькою роботою (був деканом факультету) він продовжує інтенсивну наукову роботу, завершує монографію «Про стійкість пружних систем» (1910), у якій розглядає енергетичний підхід до проблем стійкості. Ця робота була відзначена премією видатного механіка Д. І. Журавського. З січня 1913 є професором Шляхового інституту, невдовзі — професором Політехнічного та Електротехнічного інститутів. У Петербурзі видає дві частини курсу теорії пружності, які стануть основою майбутніх англomовних монографій з теорії пружності, проблем стійкості деформівних систем.

На початку 1918 року у складі комісії Степан Тимошенко працює над організацією Української Академії наук. За його пропозицією академія мала

сприяти поглибленню взаємодії академічної науки та техніки. З цією метою в число академічних наук було введено конструкторів й інженерів. Восени 1918 року Степан призначений одним з 12 академіків Української Академії наук. філію якої він і очолив (Інститут технічної механіки, тепер — Інститут механіки імені С. П. Тимошенка НАН України).

В умовах бурхливих подій в Україні, коли змінювалися уряди й режими, була паралізована діяльність українських вчених, тому у 1920 році Степан приймає пропозицію очолити кафедру опору матеріалів у Загребському політехнічному інституті в Австро-Угорщині. Навесні 1922 року отримує запрошення на роботу від однієї з американських фірм у місті Філадельфія, яка займається усуненням вібрацій і зрівноважуванням машин. Невдовзі виконує роботу наукового консультанта європейської фірми «Вестінггауз» (Westinghouse Electric Corporation, East Pittsburg) і у цей період публікує дві монографії: «Прикладна теорія пружності», «Проблеми вібрації в інженерній науці».

Під час роботи в Мічиганському університеті Степан Тимошенко створив Відділ прикладної механіки при Американському товаристві інженерів-механіків (ASME), започаткував видання часопису «Прикладна механіка», заснував семінар з теоретичної та прикладної механіки, видав фундаментальні праці «Опір матеріалів» (два томи, 1930), «Теорія пружності» (1933), «Теорія стійкості» (1936). Надзвичайно популярною стала заснована ним при Мічиганському університеті літня школа прикладної механіки для інженерів, викладачів університетів і технічних шкіл США (1929).

У 1936 переїжджає до Пало Альто (Palo Alto), де на запрошення адміністрації Стенфордського університету (Каліфорнія) очолює кафедру механіки. За період роботи в університеті публікує ґрунтовні монографії: «Теорія пластинок і оболонок» (1940), «Статика споруд» (1945), «Вища динаміка» (1948), «Історія опору матеріалів» (1953) та стає засновником школи прикладної механіки в США. Як вченого прийнято до Лондонського королівського товариства. Ім'я вченого присвоєно лабораторії технічної механіки Стенфордського університету. Американське товариство інженерів-механіків встановило медаль імені Степана Тимошенка.

Середній з братів — Сергій — закінчив, як і його брат, реальне училище у Ромнах Полтавської губернії, а після — навчався в Інституті цивільних інженерів у Петербурзі, де отримав спеціальність архітектора-інженера. У Петербурзі Сергій мав коло друзів з дитинства, брав участь у громадському житті та після Дмитра Дорошенко очолив Українську студентську громаду в 1902 році [2].

Професійну діяльність Сергій Тимошенко розпочав ще під час навчання в інституті. У 1904–1906 роках працював техніком у місцевому повітовому земстві, а також на будівництві станції «Київ-Товарний», Київського державного банку на Липках. У 1906–1908 роках був інженером на перебудові залізничного вузла станції «Ковель» за проєктом Олександра Вербицького. Під його керівництвом звели великий палац, приміщення кондукторських і паровозних бригад, школу, інтернат, склад тощо, а за його проєктами — земський повітовий шпиталь та жіночу гімназію Пирогової [3].

1908 року Сергій Тимошенко переїхав до Києва, де працював інженером «служби путі» в технічному відділі Південно-Західної залізниці, потім у 1909 році переїхав до Харкова на будівництво Північно-Донецької залізниці. Спочатку він був старшим інженером, а з 1913 року — начальником технічного відділу й заступником головного інженера з будівництва залізничної лінії. У раціоналістичній манері кінця XIX ст. архітектором були запроєктовані вокзали та станції Льгов-2, Бахмут, Ізюм, Лиман, Родакове, Шмитовська та ін., що говорило про спробу втілення своєрідного «корпоративного» архітектурного стилю для Північно-Донецької залізниці. Будівництво Чорноморсько-Кубанської залізниці було пов'язане із необхідністю соціально-економічного розвитку регіону, тому Тимошенко розробляв архітектуру станцій з елементами народного українського зодчества. Станція Полтавська прикрашена дивним українським орнаментом, інші — Медведівська, Старомінська, Тимашівська, Албаші — мають характерні українські елементи проїомів вікон, порталів, фризів.

Працюючи у Харкові, Сергій мав власну майстерню, яка проектувала у стилістичному напрямку українського романтичного модерну, поширюючи свою діяльність за межами Харкова, про що свідчать проєкти курортних комплексів на узбережжі Чорного моря, у Слав'янську та Святогірську, будівлі Костянтиноградської повітової земської управи, Полтавського кустарного складу-музею, кількох народних домів на Полтавщині тощо.

1921 року Сергій Тимошенко вимушений був емігрувати з Харкова, захопленого російськими більшовиками, до Львову, визнаного центру українства Східної Галичини і осідком численної української еміграції. У місті на початку 1920-х років організувався «Гурток діячів українського мистецтва» (ГДУМ), який проводив академічні засідання з викладами на мистецькі теми, організовував виставки. Результатом діяльності у Львові — велика кількість ескізів та три чудові церкви (на Ліандівці, Клепарові та в Мразниці), які стали зразком формування школи українського модерну.

Перебуваючи у Львові, Сергій підтримував тісні зв'язки зі своїм братом — Степаном, який в той час мешкав в Загребі і викладав у Загребському політехнікумі. Прагнучи передати свій великий практичний досвід з будівництва і архітектури молодому поколінню, Сергій за посередництвом брата звернувся до професорської ради політехнікуму, яка заочно його обрала у 1922 році асистентом кафедри будівництва. Проте його молодший брат Володимир, який перебував у Празі і був засновником Української Господарської Академії (УГА) в Подєбрадах та її ректором. Володимир запропонував роботу в академії і у 1924 році Сергій розпочав свою працю у Празі в УГА. У 1927–1928 роках він був обраний ректором УГА та водночас вів клас архітектури в Українській студії пластичного мистецтва в Празі.

На українські землі в складі міжвоєнної Польщі Сергій повернувся на початку 1930 років. В цей час геноцид українського народу, організований радянською владою у 1932–1933 роках, спонукав українські громадські організації реагувати усіма можливими засобами, тому Сергій долучається до

політичної і громадської діяльності. У 1935 році він був обраний послом до Сейму – парламенту – Другої Речі Посполитої від Луцького і Горохівського повітів Волинського воєводства і став заступником голови Української парламентарної репрезентації Волині (УПРВ). У кореспонденції до С. Тимошенка є листи Дмитра Дорошенка з Варшави з проханням про видавництво, о. М. Тележинського про поради щодо ремонту церкви. Окрім політичної діяльності, Сергію випадало займатися і творчими справами. Так, на початку квітня 1938 року С. Скрипник, як голова Товариства української школи в Рівному, просив архітектора взяти участь у конкурсі на кращий проєкт «Українського дому культури імені С. Петлюри» в Рівному.

Від початку Другої світової війни розпочалися для братів важкі роки. У 1939 році Сергій втік з Луцька покинувши все, а у 1946 році його брат Володимир за дорученням уряду США вивіз Сергія в Америку, де Сергій з родиною знайшов пристанище в домі Степана, який завжди турбувався про братів.

У післявоєнні роки Сергій залучився до архітектурних конкурсів на будову церков в країнах розселення української діаспори. В конкурсі 1948 року на будівництво української катедральної православної церкви у Вінніпезі він отримав вищу нагороду разом із Олексою Повстенко, Юрієм Кодаком і Володимиром Січинським. Першою стала запроєктована Сергієм церква Св. Трійці у Ванкувері. Другою роботою стало коригування проєкту української православної церкви Св. Володимира в Торонто [4].

Окрім проєктної роботи Сергій брав активну участь у громадському і науковому житті української еміграції. Він був членом Української Вільної Академії Наук в США, Товариства Українських Інженерів в Америці та інших громадських організацій.

Висновок. Справа братів Тимошенків не була покинута. Син Сергія, Олександр Тимошенко (1909–1973) — закінчив відділ архітектури в Празькому університеті, розпочав діяльність архітектора в Луцьку і Подєбрадах, але саме він став головним архітектором метрополітена у Вашингтоні, який дуже вигідно відрізнявся від нью-йоркського і досі пам'ятає потужню українську родину.

Список використаних джерел

1. С. П. Тимошенко — механік ХХ століття : матеріали наук. читань з циклу: «Видатні конструктори України». *Нац. техн. ун-т України «КПІ», Держ. політехнічний музей*. Київ : ЕКМО, 2004. 84 с. : іл.
2. Акмен І. Р. Архітектурна просвіта громадськості в осередках української культури ХІХ – поч. ХХ ст. Дис. на здобуття наукового ступеня до. арх. за спеціальністю 18.00.01 — Теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури. *Харківський національний університет будівництва та архітектури*. Харків, 2019. 177 с.
3. Бенедюк П., Галут Ж. Вокзали та вокзальні комплекси Північно-Донецької та Чорноморсько-Кубанської залізниць. *Сергій Тимошенко. Повернення*. Харків: Раритети України, 2021. С.102–112.
4. Слободян В. Друга світова війна і праця за океаном. *Сергій Тимошенко. Повернення*. Харків: Раритети України, 2021. С.102–112.

УДК 338.483.1:338.486.2](477+4)

СУЧАСНІ ТУРИСТИЧНІ КОМПЛЕКСИ ПРИ ІСТОРИЧНИХ ПАМ'ЯТКАХ. УКРАЇНА ТА ЄВРОПА

Рябушина І.О. канд. арх. доцент, Меренкова А.Р. здобувач ВО

Державний біотехнологічний університет

Метою даного дослідження є аналіз сучасних туристичних комплексів, розташованих в зонах досягнення історичних пам'яток України та Європи. Визначення новітніх тенденцій у формуванні туристичних комплексів, які інтегруються в історичні середовища та природоохоронні ландшафти, сприяючи гармонійному розвитку регіонів.

У даній науковій роботі розглядається тема туристичних комплексів, сформованих в зонах досягнення історичних споруд, їхнє значення для розвитку культури та туризму регіону і країни взагалі, а також вплив на популяризацію української архітектури та культурної спадщини. У роботі проводиться порівняльний аналіз подібних об'єктів України та Європи.

Актуальність теми обумовлена необхідністю збереження та популяризації української архітектурної та культурної спадщини. В цьому русі, одним з перспективних напрямків є створення комплексів інтелектуального відпочинку, програмою яких поєднується ознайомлення з історичними пам'ятками та унікальними природними зонами. Наряду з комфортним відпочинком, туристам пропонується й можливість доторкнутися до автентичної історії та місцевих традицій.

В Україні існує декілька знакових туристичних комплексів, які поділяються на дві основні моделі:

- частково інтегровані в історичну спадщину та природні об'єкти;
- розташовані в живописній місцевості в радіусі автотранспортного досягнення.

Серед них:

Соколинний хутір, де гості проживають в автентичних українських хатах та садибах, що збереглися з XIX століття, як то Будинок писаря, що налічує 175 років і раніше належав нащадку писарів Війська Запорозького.[6] Поряд з ними новобудови – гостьові будиночки, які майже повторюють традиційні мазанки. Поруч з комплексом знаходяться історичні пам'ятки: національний історико-культурний заповідник Качанівка, який включає палацовий комплекс що є пам'яткою архітектури та мальовничий парк зі статусом «національний»; пам'ятка садово-паркової архітектури XIX століття – дендрологічний парк Тростянець; палацовий комплекс Галаганів у селі Сокиринці (пам'ятка архітектури) та чудовий парк; історико-культурний заповідник Гетьманська столиця; Густинський монастир; Хутір Безводівка.

Еко-комплекс Царинка являє собою три новозбудовані дерев'яні котеджі у традиційному карпатському стилі – гуцульсько-бойківському ретро.[4] На території працює ресторан, де подають страви української кухні. Поруч

розташовані національний парк Сколівські Бескиди та Фортеця Тустань.

Курорт Воєводино є місцем для сімейного відпочинку, користується популярністю серед молодих пар, бо приваблює відвідувачів навколишніми садами та пейзажами. Комплекс також складається з дерев'яних будиночків, та частково поєднує традиційні закарпатські елементи з сучасними тенденціями.[5] Головною ізюминкою комплексу є парк Шенборна, який відтворює атмосферу Австро-Угорщини XIX століття, Замок Паланок XIV століття та замок Сент-Міклош.

Усі ці туристичні комплекси забезпечують гостям не лише проживання та харчування, а й унікальні розваги: екскурсії, кінний спорт, спортивну риболовлю, спа-центри, тенісні корти, басейни та інші види активного відпочинку.

Європейські країни мають дві основні моделі туристичних комплексів: інтегровані в історичні споруди;

сучасні готельні комплекси, розташовані неподалік історичних пам'яток.

Серед них:

Château de Bagnols (Франція) – замок XIII століття, побудований як оборонна фортеця, зараз у цю пам'ятку включили розкішний готель 5*, гурме-ресторан із традиційною французькою кухнею, спа-центр, винний льох, просторі сади та парк.[2] Номери для гостей в минулому були лицарськими залами, ресторан розташований у лицарський трапезній. Для туристів, окрім проживання у такому історичному середовищі, пропонуються винні дегустації у підземеллях замку, кулінарні майстер-класи, прогулянки на повітряні кулі. Біля замку також розташовані Виноградники Божоле.

Ashford Castle (Ірландія) – замок побудований у XIII столітті, належав англо-норманським лордам.[1] Зараз включає усі необхідні зони туристичного комплексу класу люкс. Серед інших розваг комплекс пропонує соколине полювання найстарішої школи в Ірландії.

Parador de Santiago (Іспанія) – готель, Hostal dos Reis Católicos, розташований у будівлі XV століття, яка була королівським шпиталем.[3] Для відвідувачів пропонують розваги та туристичні активності, екскурсії кафедральним собором Сантьяго, тематичні вечори та вистави про середньовічне паломництво, відвідування місцевих виноробень, музей паломництва.

Burg Wernberg (Німеччина), схожий на об'єкт у Франції – замок-оборонна фортеця XII століття. Для туристів є унікальні розваги: лицарські турніри та костюмовані шоу, піші маршрути середньовічними стежками Баварії, відвідування замків Нойшванштайн та Гоеншвангау.

Аналізуючи українські та європейські комплекси, можна виділити кілька ключових відмінностей:

- європейські туристичні комплекси частіше інтегровані в історичні споруди, що зберігають їхній первісний вигляд та атмосферу, чи розташовані в пішому доступі від них;

- українські туристичні комплекси, як правило, не включені в історичний осередок, а побудовані в мальовничому природному середовищі в

автотранспортній досяжності до пам'яток історії, культури, архітектури. Особлива увага приділяється автентичному стилю народної архітектури чи стилізації під неї, та етнокультурному аспекті;

Вартість відпочинку в європейських туристичних комплексах значно вища, оскільки вони здебільшого орієнтовані на преміум-сегмент;

Українські туристичні комплекси, як правило, орієнтовані на різні сегменти – від бюджетного до преміум класу. Але наявність саме комплексів, орієнтованих здебільшого на бюджетний сегмент, явно недостатня, що ускладнює доступ до історичних та культурних осередків для широкої аудиторії.

Висновки: дослідження демонструє значну відмінність у підходах до формування туристичних комплексів між вітчизняною практикою та практикою європейських країн, де самі пам'ятки архітектури є водночас і предметами туристичного огляду, і готельними комплексами. Скоріш за все, така практика може стати доречною і в умовах нашої країни – спасінням для цікавих фортець, палаців та садиб, що знаходяться в занедбаному стані та поступово обертаються на руїни. Сподіваємося, вирішення цієї проблеми не забариться.

Однак, у будь якому разі, розвиток туристичних комплексів при історичних пам'ятках є важливим напрямком для популяризації української історії, архітектури та культури. Створення сучасних туристично-рекреаційних комплексів, які гармонійно поєднують історичну та природну складову, сприятиме збереженню культурної спадщини та розвитку туризму. З критичним урахуванням європейського досвіду, перспективним є створення доступних туристичних комплексів середнього класу, що дозволить ширшій аудиторії долучитися до історичної та культурної спадщини України.

Список використаних джерел

1. Ashford Castle. URL: <https://ashfordcastle.com/> (Дата звернення 22.03.2025)
2. Château de Bagnols. URL: <https://www.chateaubagnols.com/en> (Дата звернення 22.03.2025)
3. Hostal dos Reis Católicos. URL: <https://paradores.es/es/parador-de-santiago-de-compostela> (Дата звернення 20.03.2025)
4. Еко-комплекс «Царинка». URL: <https://www.tsarynka.com.ua/> (Дата звернення 22.03.2025)
5. Курорт Воєводино – для еко відпочинку на Закарпатті. URL: https://bungalo.com.ua/ukraine/voevodyno-resort-dlya-eko-vidpochynku-na-zakarpatti/?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення 21.03.2025)
6. Соколинський Хутір | Етно-комплекс відпочинку. URL: <https://sokoliniyhutir.com.ua/> (Дата звернення 22.03.2025)

УДК 711.3:620.9(477)

АРХІТЕКТУРНА ТРАНСФОРМАЦІЯ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ НА ЗАСАДАХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Чайка Т.О. к.е.н.

Полтавське відділення Академії наук технологічної кібернетики України

Метою дослідження є обґрунтування архітектурно-планувальних підходів до впровадження енергоефективних технологій у процес реновації сільських територій України шляхом аналізу досвіду інтеграції відновлюваних джерел енергії, вітчизняної та європейської практики, а також визначення принципів просторової трансформації села на засадах енергетичної сталості.

Організація раціонального енергоспоживання з урахуванням мінімального впливу на довкілля та ощадливого використання енергетичних ресурсів з метою забезпечення технологічних і побутових потреб населення є однією з пріоритетних задач сучасного суспільства. Зокрема, у контексті розвитку сільських територій України, це завдання набуває особливої ваги, оскільки саме ці території мають значний потенціал для реалізації концепції сталого, енергоефективного просторового розвитку [1].

Сучасна трансформація українських сіл має базуватись на принципах екологічності, енергозбереження та використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Такі пріоритети сприяють не лише зниженню енергозалежності, а й формують підґрунтя для економічної самодостатності громад. З огляду на це, актуальним є впровадження архітектурних та інженерно-технічних рішень, що інтегрують сонячну, вітрову та біоенергетику в структуру житлової та громадської забудови села.

Методологічними засадами архітектурної трансформації сільських територій на основі енергоефективності є:

Системний підхід до аналізу енергоспоживання сільських поселень, що передбачає комплексну оцінку існуючого стану забудови, інженерної інфраструктури та енергетичних потреб.

Територіально-галузевий підхід, який враховує специфіку економічного профілю сільських територій та наявність місцевих енергетичних ресурсів.

Еколого-орієнтований підхід, спрямований на мінімізацію антропогенного навантаження на довкілля та збереження природного ландшафту.

Соціально-економічний підхід, що враховує демографічні та економічні особливості сільських громад.

Згідно з дослідженнями [2–4], основними компонентами архітектурно-планувальної трансформації села в контексті енергоефективності є: оптимізація функціонально-планувальної структури поселення; архітектурно-конструктивна модернізація існуючої забудови; інтеграція об'єктів відновлюваної енергетики в архітектурне середовище; формування енергоефективної інженерної інфраструктури; створення енергоефективного публічного простору.

Особливістю сільських територій є висока доступність земельних ресурсів,

відносно невелика щільність забудови та обмежена кількість інфраструктурних об'єктів, що дозволяє оперативно адаптувати їх до використання альтернативних джерел енергії. Проте низький рівень інвестиційної привабливості, дефіцит фінансування, а також відсутність достатнього досвіду у сфері проєктування та реалізації інноваційних рішень становлять основні бар'єри на шляху до енергетичної модернізації села.

Згідно з дослідженнями Інституту відновлюваної енергетики НАН України [5], технічний потенціал ВДЕ в сільській місцевості України характеризується такими показниками: сонячна енергетика: 4,2 ГВт·год/км² на рік (південь України) до 3,2 ГВт·год/км² на рік (північні регіони); вітрова енергетика: 1500–2000 кВт·год/м² на рік (узбережжя Чорного та Азовського морів) до 800–1000 кВт·год/м² на рік (центральні регіони); біоенергетика: 23 млн тонн умовного палива на рік (сільськогосподарські відходи та енергетичні культури).

Водночас, існують певні обмеження щодо впровадження енергоефективних технологій у сільській місцевості: 1) нормативно-правові – недосконалість законодавчої бази щодо стимулювання енергоефективності в сільській місцевості; 2) техніко-економічні – висока вартість первинних інвестицій та недостатня розвиненість інфраструктури; 3) соціально-демографічні – низька щільність населення та старіння населення; 4) інформаційно-освітні – недостатня обізнаність населення щодо переваг енергоефективних технологій.

Європейський досвід реалізації довгострокових програм з енергетичної сталості сільських територій (Німеччина, Франція, Польща) демонструє ефективність мікропроєктного підходу, при якому інноваційні технології впроваджуються поступово, із залученням інвесторів та підтримкою з боку місцевого самоврядування. Аналіз цих практик дозволяє адаптувати їх до українських реалій, враховуючи специфіку кліматичних, соціальних та економічних умов.

Для забезпечення результативності архітектурної трансформації сільських територій на засадах енергоефективності доцільно дотримуватись низки принципів [1, 6]:

Принцип функціональної концентрації – передбачає просторову консолідацію об'єктів соціальної інфраструктури для оптимізації енергоспоживання та спрощення впровадження централізованих систем енергозабезпечення.

Принцип енергетичної паспортизації – полягає у створенні та регулярному оновленні енергетичних паспортів будівель та споруд з метою моніторингу енергоспоживання та планування енергоефективних заходів.

Принцип диверсифікації енергетичних джерел – передбачає використання різних видів ВДЕ відповідно до природно-кліматичних особливостей території та сезонних коливань генерації енергії.

Принцип інтегрованого фінансування – поєднання різних джерел фінансування (державні програми, міжнародна технічна допомога, приватні інвестиції, кошти громади) для реалізації енергоефективних проєктів.

Принцип територіальної кооперації – формування міжгромадських партнерств для спільної реалізації масштабних енергетичних проєктів, що забезпечує економію ресурсів та ефективність інвестицій.

Принцип органічної інтеграції – впровадження інноваційних енергоефективних технологій із збереженням традиційних архітектурних особливостей сільської забудови та формуванням нової архітектурної ідентичності села.

Принцип активної партисипації – залучення місцевого населення до процесу планування, проєктування та реалізації енергоефективних трансформацій сільських територій.

На основі аналізу вітчизняного та європейського досвіду можна сформулювати такі практичні рекомендації щодо архітектурної трансформації сільських територій на засадах енергоефективності [1, 7–9]:

Рівень містобудівного планування:

розробка енергетичних мастер-планів сільських територій з визначенням зон пріоритетного розміщення об'єктів ВДЕ;

запровадження механізму енергетичного зонування територій з урахуванням потенціалу різних видів відновлюваної енергії;

формування енергоефективних громадських центрів з концентрацією соціальних об'єктів та мереж інженерної інфраструктури.

Рівень архітектурно-планувальних рішень:

впровадження пасивних методів енергозбереження в архітектурі будівель (оптимальна орієнтація, компактність форми, буферні зони);

використання енергоефективних матеріалів та конструкцій, адаптованих до сільського контексту;

інтеграція елементів відновлюваної енергетики в архітектурні рішення (фотоелектричні фасади, сонячні дахи, вітрогенератори в структурі будівель);

адаптація традиційної сільської архітектури до сучасних енергоефективних вимог.

Рівень інженерно-технічних рішень:

створення локальних енергетичних мереж (мікрогрідів) з можливістю акумулювання енергії;

впровадження систем енергоменеджменту та смарт-моніторингу енергоспоживання;

використання технологій когенерації та тригенерації для підвищення ефективності енергетичних установок.

Організаційно-економічний рівень:

створення енергетичних кооперативів як механізму співфінансування та управління спільними енергетичними об'єктами;

розробка програм енергетичної модернізації житлового фонду з використанням механізмів державно-приватного партнерства;

формування місцевих енергетичних агенцій для консультування та координації енергоефективних проєктів.

Висновок. Архітектурна трансформація сільських територій України на

засадах енергоефективності є комплексним процесом, що потребує системного підходу та послідовної реалізації. Аналіз вітчизняного та європейського досвіду дозволяє стверджувати, що впровадження енергоефективних технологій у сільській забудові є не лише технічним завданням, але й важливим фактором формування нової архітектурної ідентичності села, що поєднує традиції й інновації.

Реалізація запропонованих підходів сприятиме не лише підвищенню енергоефективності сільських територій, але й їх комплексному розвитку, покращенню якості життя населення та формуванню нової моделі енергетично сталого сільського поселення, що відповідає сучасним екологічним, економічним і соціальним викликам.

Список використаних джерел

1. Чайка Т. Розвиток енергоефективності й енергонезалежності сільських територій : монографія. Саарбрюкен : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2021. 96 с.
2. Благовестова О. О. Принципи формування архітектурно-планувальної структури екопоселень : дис. ... канд. архітектури : 18.00.01. Харків, 2020. 211 с.
3. Основи проектування та реконструкції енергоефективних будівель закладів загальної середньої освіти з поліпшеними екологічними характеристиками : методичні рекомендації. Київ, 2024. URL: https://iem.org.ua/images/library/metodychni_rekomendatsiyi_shkoly_2024.pdf.
4. Кучер А., Кучер Л., Руденко Д., Синиця О. Розвиток «зеленого» будівництва в контексті «зеленої» післявоєнної відбудови. *Journal of Innovations and Sustainability*. 2024. № 8(2), 10. <https://doi.org/10.51599/is.2024.08.02.10>
5. Відновлювані джерела енергії: вид. 2-ге, доп. ; за заг. ред. С. О. Кудрі. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2024. 492 с.
6. Дребот О. І., Височанська М. Я., Білотіл В. Ю. Удосконалення організаційного механізму щодо розвитку «зеленого» житлового будівництва на прикладі сільських селітебних територій. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 7 (844). С. 60–71.
7. Yasnolob I., Chayka T., Gorb O., Demianenko N., Protas N., Halinska T. The innovative model of energy efficient village under the conditions of sustainable development of ecological territories. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2018. Vol. 3 (27). P. 648–658. [http://dx.doi.org/10.14505/jemt.9.3\(27\).25](http://dx.doi.org/10.14505/jemt.9.3(27).25)
8. Чайка Т. О. Сутність та особливості системи енергетичного менеджменту населених пунктів. *Стійкий розвиток сільських територій у контексті реалізації державної екологічної політики та енергозбереження* : колективна монографія ; за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава : Астроя, 2021. С. 346–356.
9. Levkin D. Improvement of the controlling system to ensure energy management of technical systems. Зб. Матер. XLI наук.-техн. конф. молодих вчених та спеціалістів, м. Київ. Київ : Ін-т проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова, 2023. С. 12

УДК 721.011

РАЦІОНАЛЬНІСТЬ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Масленнікова В.В. к.е.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Анотація: йде мова про ідеї стосовно організації перебудови житлових та громадських споруд, перспективи реалізації програм реновації, найкращі методи реконструкції житлових і громадських будинків, а також їхня раціональність.

Стрімке зростання міст та збільшення чисельності міського населення створює як можливості, так і виклики. Великі міста перетворюються на осередки економічного зростання та розвитку, центри з концентрованими можливостями для бізнесу та людей. При цьому, міська інфраструктура не завжди встигає за швидкозростаючими потребами бізнесу та міського населення. Все це призводить до погіршення умов життя в містах та виникнення таких проблем, як [1]:

- погіршення стану навколишнього середовища;
- відсутність або неналежний рівень державних послуг;
- збільшення ризиків для здоров'я та самопочуття населення тощо.

Типи й види житлових будинків значно залежать від розташування території в структурі міста: в історичному центрі, серединній зоні або на околиці міста [2].

Усю розмаїтість просторової структури життєвого середовища міста можна представити у вигляді трьох типологічних груп: квартали центру міста, квартали серединної зони, мікрорайони в районах масової забудови.

Життєве середовище центру міста представлене щільно забудованими історичними кварталами – поєднанням різних за часом і характером походження просторових утворень.

Центральна частина історичних міст представлена найчастіше особливим режимом реконструкції та охоронні зони пам'яток. Ділянки прилеглих територій для фізичного збереження пам'яток та їх історичного середовища – це охоронні зони.

Також зона змішаних функцій – це квартали серединної частини міст. Території, які прилягають до історичного осередку мають не тільки недоліки, але ще й переважаність в межах кварталів промисловою та нежитловою функцією. В цій частині міста пам'яток архітектури менше, а щільність забудови й кількість застарілого житлового фонду більше. Що надає можливість для звільнення території від невласливих житловому середовищу функцій, знесення окремих будівель, тим самим створення житла, яке буде відповідати за рівнем комфортності сучасним вимогам.

Мікрорайони в районах масової забудови утворюють третій тип житлового середовища в містах. Території, що були забудовані в період індустріалізації будівництва заслуговують особливої уваги. У цей період застосовувались зовсім інші конструктивні схеми, принципи та об'ємно-планувальні рішення. Тому підхід до реконструкції цих будинків також відрізняється від забудови

попередніх періодів.

На території спальних районів багатоповерхові будинки, забудовані в 70–90 роках потребують адаптації вхідних вузлів, відповідно до сучасних вимог універсального дизайну й модернізації окремих квартир [3]. Сучасна об'єктивна оцінка житлового фонду міста, в тому числі великого, вимагає ретельного вивчення історії його виникнення, розвитку, конструктивних характеристик, рівня будівельної техніки, методів будівництва, застосованих матеріалів відповідного періоду та системи експлуатації [4].

Методи реконструкції житлових і громадських будинків залежать від таких параметрів, як: об'ємно-планувальна й архітектурно-просторова структура; поверховість; капітальність; конструктивні рішення; форма власності й рівень комфортності будинку, визначений після реконструкції [3].

Капітальність і економічність – це два фактори, що визначають раціональність реконструкції, яка пов'язана з якістю житлового середовища.

Фактор капітальності забудови зараховують до раціональності, оскільки він значною мірою визначає доцільність створення висококомфортного середовища при реконструкції.

Поняття капітальності трактують як сукупність вогнестійкості і довговічності, як основних її характеристик. Також до них можна зарахувати ще один фактор, який визначається, як престижність у сучасному контексті цього терміну.

Тривалість періоду нормального функціонування будинку та його елементів, після закінчення якого настільки втрачаються основні їхні властивості, що настає граничний стан, тобто подальша експлуатація будівлі стає неможливою – це довговічність [3].

Термін служби є основним показником довговічності. Існують нормативні й середні терміни служби. Це припустимі межі цих термінів, регламентовані директивними документами. Середні терміни, прийняті як нормативні, визначають статистичним шляхом [3, 5].

Від надійності, ремонтпридатності та працездатності залежать здебільшого експлуатаційні якості будинків, ефективність її технічного обслуговування та керованість системою.

Ремонтпридатність – пристосованість елементів будинку до попередження, виявлення і усунення недоліків при технічному обслуговуванні та ремонтах.

Працездатність – це стан, при якому будинок і його елементи здатні нормально функціонувати в заданих режимах.

Несправність – це стан елемента, коли в певний момент його основні параметри не відповідають одній з установлених вимог чи втратили здатність реагувати на управлінські команди.

Надійність – властивість стійкого збереження працездатності протягом усього терміну служби будинку чи його елемента. Якщо виникає явище часткової чи повної втрати працездатності внаслідок виникнення недоліків, його називають відмовою.

Один із визначальних факторів – це економічність житлового середовища. Необхідно оцінити первісні і експлуатаційні витрати.

Одноразові капітальні витрати, так звані інвестиції, залежать від прийнятих проектних рішень і ефективності будівельних робіт.

Експлуатаційні витрати складаються [1]:

- з витрат на технічне обслуговування забудови – огляди, керування роботою систем і профілактичний ремонт;

- витрат на функціональну експлуатацію об'єктів і території, збирання та підтримку належного санітарного стану їхніх елементів;

- вартості послуг постачальників ресурсів, необхідних для життєзабезпечення об'єкта, і асенізаторів, що видаляють відходи життєдіяльності;

- страхових внесків і податків на нерухомість;

- амортизаційних відрахувань, що містять у собі відсотки на капітал і суми погашення кредитів.

Список використаних джерел

1. Реконструкція цивільних та промислових будівель і споруд : підручник / [за ред. Е. А. Шишкіна, О. В. Завального] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 404 с. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/60932/1.pdf>

2. ДБН Б 2.2–12:2019. Планування та забудова територій [Електронний ресурс]. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 185 с. – Режим доступу : <http://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf>.

3. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. – Чинний від 01.10.19. – Київ : Мінрегіон, 2019. – 44 с.

4. ЛИСТ № 40-16-3790 від 02.08.2013. Щодо реконструкції будівель та споруд та їх консервація. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v3790816-13>

5. Сич О. А. Ревіталізація як механізм забезпечення сталого розвитку міст [Електронний ресурс] / О. А. Сич // Європейські перспективи. – 2016. – № 1. – С. 27–33. – Режим доступу: http://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/10/evpe_2016_1_6.pdf

УДК 631.2

УНІВЕРСАЛЬНА ВИРОБНИЧА БУДІВЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА МАТЕРІАЛІВ

Гопцій О.Б., к. ек. н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Сільськогосподарські будівлі є важливою складовою аграрного сектору України, які забезпечують необхідні умови для ефективного виробництва та зберігання сільськогосподарської продукції. Розглядаються ключові аспекти будівництва таких об'єктів: склади, теплиці, фермерські господарства та тваринницькі комплекси із застосуванням інноваційних будівельних матеріалів і конструкцій.

Сучасне сільське господарство вимагає ефективних, надійних і технологічно досконалих рішень у сфері будівництва. Одним із ключових напрямів є проектування та спорудження універсальних виробничих будівель, які можуть використовуватися для зберігання сільськогосподарської продукції, техніки, розміщення тварин або переробки сировини. Така багатофункціональність особливо важлива в умовах змін клімату, ринкових коливань і обмежених ресурсів [1]

Універсальна будівля повинна відповідати базовим вимогам: гнучкість у використанні (легка трансформація внутрішнього простору); енергоефективність; витривалість до агресивних середовищ (вологість, аміак, мікроорганізми); простота і швидкість монтажу та демонтажу; мінімізація експлуатаційних витрат. Важливо також враховувати особливості кліматичної зони і відповідність санітарно-гігієнічним нормам [2,3].

У проектуванні і будівництві таких будівель доцільно використовувати сучасні матеріали та конструкції, зокрема: металеві каркаси – забезпечують міцність, довговічність, можливість швидкого монтажу; сендвіч-панелі, які мають високі теплоізоляційні характеристики, гігієнічність, легкість у прибиранні та дезинфекції. Переваги сендвіч-панелей у сільськогосподарському будівництві полягають у швидкості монтажу; герметичності; можуть бути використані у будь-яких кліматичних умовах України. Конструктивні елементи заводського виготовлення сприяють зниженню витрат часу на будівництво, підвищують точності монтажу.

Універсальна будівля має передбачати можливість зонування простору відповідно до потреб господарства: зони зберігання продукції або кормів; робочі приміщення для персоналу; технічні та допоміжні зони (вентиляція, водопостачання, освітлення); можливість облаштування тваринницьких відділень або переробних цехів. Гнучкість планування дозволяє швидко адаптувати будівлю під нові технології або зміну напрямку виробництва [4].

Конфігурація будівлі в плані та співвідношення площі будівлі до площі огорожувальних конструкцій: коло - 0,651 — найефективніше, мінімальна

площа стін на одиницю площі; шестикутник - 0,620 — дуже добре, близьке до ідеального; квадрат - 0,577 — оптимальний і простий варіант; прямокутник (2:1) - 0,544 — найменш вигідний за цим показником. Якщо пріоритет — мінімізація площі стін (тепловтрат, витрат на матеріали), найраціональнішими є коло або шестикутник.

Так, у шестигранному приміщенні цілком можна використовувати сучасні будівельні матеріали, але слід врахувати кілька особливостей при проектуванні:

Металевий каркас можна зібрати з гнутих профілів або труб із вузловими з'єднаннями під потрібним кутом (120° для шестикутника). Він підійде для легких конструкцій або конструкцій ангарного типу. Сендвіч-панелі (індивідуальні розміри або типові варіанти) можуть монтуватися у вигляді трикутних секцій, що утворюють шестигранну форму. При нестандартних кутах потрібно коригувати кріплення або використовувати панелі/перехідні елементи. CLT-панелі (крос-ламінована деревина) ідеальні для збірних форм, легко фрезеруються під потрібний кут, екологічні, естетичні, теплі.

Полікарбонат або композитні панелі для світлопроникного даху добре працюють у формах із багатогранною геометрією (наприклад, у купольних дахах). Для фундаментів найкраще застосовувати монолітну плиту або свайно-гвинтову систему з рамою, адаптовану під шестигранну форму.

Шестигранна конфігурація може стати зразком сучасного підходу до будівництва: конструкції з гнутих профілів або труб під кутом 120°; використання трикутних модулів сендвіч-панелей; можливість реалізації купольних дахів із полікарбонату; візуальна привабливість і просторовий комфорт; ефективне використання площі без надлишку матеріалів.

Таким чином, саме така універсальна виробнича будівля сільськогосподарського призначення — це сучасне рішення, що сприяє підвищенню гнучкості, технологічності та економічності аграрного виробництва, а раціональне поєднання новітніх матеріалів, та можливості адаптації до локальних умов, забезпечує її довготривалу ефективність та конкурентоспроможність.

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські будівлі і споруди: навчальний посібник / В.Б. Чепурна, Н.С. Садова. — К.: Аграрна освіта, 2011. — 349 с.
2. Особливості будівництва сільськогосподарських будівель [Електронний ресурс] / НТК завод. — Режим доступу: <https://blog.ntkzavod.com.ua/ua/stati/osobennosti-stroitelstva-selskohozyajstvennyh-zdanij/>.
3. Будівництво агропромислових комплексів [Електронний ресурс] / Readycon. — Режим доступу: <https://readycon.com.ua/articles/budivnyctvo-agropromyslovyh-kompleksiv/>.
4. ДБН В.2.2-1-95. Будівлі і споруди для тваринництва [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3083650026782590386.

Секція 10

**ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА
ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК
АГРАРНОГО СЕКТОРА
ЕКОНОМІКИ**

УДК 664.68

ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ ЗАСОБІВ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ

Добранський С.С., Бучко І.О.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Метою досліджень було розглянути сучасний стан та перспективи використання робототехнічних засобів в агропромисловому комплексі України. Проаналізовано їх вплив на продуктивність, ефективність та сталість сільськогосподарського виробництва.

Робота досліджує роль роботизованих технологій у цифровій трансформації агропромислового комплексу (АПК) України, що відіграє ключову роль в економіці країни завдяки значному внеску в експорт і забезпечення внутрішнього ринку. У контексті глобальних викликів, таких як конкуренція, кліматичні зміни та зростання собівартості виробництва, впровадження «розумного» сільського господарства стає критично важливим. Сучасні роботизовані рішення, зокрема агродрони, автономні трактори й системи збору врожаю, оптимізують виробничі процеси, підвищують ефективність і знижують витрати.

Роботизація мінімізує залежність від людського фактору, скорочує витрати на робочу силу та сприяє економії ресурсів. Агродрони дозволяють точно моніторити поля, аналізувати ґрунти й ефективно вносити добрива, обробляючи великі площі з високою точністю. Автономна техніка, керована GPS і штучним інтелектом, працює без операторів, а системи точного землеробства, що базуються на даних із сенсорів, оптимізують посів, полив і удобрення. Такі технології зменшують витрати пального, добрив і пестицидів на 20–30%, підвищують урожайність на 10–15% і знижують екологічне навантаження, скорочуючи викиди CO₂ і хімічне забруднення. Інтеграція робототехніки з сучасними технологіями сприяє оптимізації посіву, поливу та удобрення завдяки даним, отриманим із сенсорів, що є основою систем точного землеробства [0].

Проте впровадження робототехніки в Україні наштовхується на перешкоди. Висока вартість обладнання є непосильною для малих і середніх господарств. Сільські регіони потерпають від обмеженого доступу до швидкісного інтернету, необхідного для роботи ІТ-систем. Основними викликами для АПК залишаються нестача кваліфікованої робочої сили через міграцію, урбанізацію та військові дії, зростання цін на ресурси, нестабільні погодні умови та потреба в екологічно стійких рішеннях. Також відчувається дефіцит фахівців із робототехніки та програмування, здатних обслуговувати сучасні технології. Крім того, відсутність адаптованої нормативної бази гальмує використання автономної техніки та дронів [0].

Перспективи розвитку роботизованих технологій в АПК України пов'язані з державною підтримкою, зокрема субсидіями на закупівлю техніки, створенням кооперативів для спільного використання обладнання та розвитком освітніх

програм для підготовки фахівців. Адаптація технологій до найкращих світових стандартів посилить конкурентоспроможність України на глобальному ринку[3].

Висновок

Застосування робототехніки є необхідним для сталого розвитку галузі, але вимагає комплексного підходу, включаючи інфраструктурні покращення, законодавчі зміни та доступні рішення для малих господарств. Подальші дослідження мають зосередитися на інтеграції робототехніки з іншими цифровими інструментами для максимізації її потенціалу.

Список використаних джерел

1. Добранський С. С., Бучко І. О. Аналіз застосування роботизованих засобів в агропромисловому комплексі України та світі. *Інновації в агропромисловому комплексі, машинобудуванні та транспорті* : зб. матеріалів доп. учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. Рівне : НУВГП, 2025.
2. Добранський С. С., Бучко І. О. Застосування роботизованих засобів в агропромисловому комплексі України та світу. *Вісник Житомирського агротехнічного фахового коледжу*. 2025. Вип. 6 (1). Житомир : ЖАТФК. С.5–18.
3. Добранський С. С. Застосування роботизованих засобів, як новий етап трансформації в агропромисловому комплексі України. «Стратегічні напрямки розвитку науки, освіти та суспільства». Всеукраїнська науково-практична конференція педагогічних та науково-педагогічних працівників, аспірантів, молодих учених. Ніжин, 2025.

УДК 551.524:504.3

МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ АГРОВОЛЬТАЇКИ У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ ПОЛІСЬКОМУ РЕГІОНІ

Жадько О.А. асистент, Федонюк В.В. к. геогр. н., доцент

Луцький національний технічний університет

Метою дослідження є аналіз та оцінка перспектив розвитку агровольтаїки та її технологій у Північно-Західному Поліському регіоні України (на прикладі Волинської області).

Оцінка потенціалу та практичних методів впровадження у регіонах України агровольтаїки (від англ. Agrivoltaics) є актуальним і важливим прикладним завданням нашого часу. Північно-Західний Поліський регіон, до складу якого входить Волинська область, протягом тривалого часу вважався малоперспективним для розвитку альтернативної відновлювальної енергетики. Проте в наш час погляди на таку перспективність змінюються, що пов'язано, у першу чергу, з наслідками війни та втратою Україною значних обсягів енергогенерації; це робить альтернативну енергетику удвічі перспективнішою. Регіональні прояви кліматичних змін у Північно-Західному Поліському регіоні суттєво вплинули на потенціал використання альтернативних енергетичних ресурсів. Водночас традиційне інтенсивне агровиробництво у регіоні потребує

додаткових енергетичних ресурсів, що робить питання розвитку практичних напрямків агровольтаїки актуальними та перспективними.

Агровольтаїка передбачає впровадження технологічних процесів одночасного використання земель для використання відновлюваних джерел енергії та провадження агровиробництва. Частіше розглядають інтеграцію геліогенерації та сільськогосподарського виробництва, хоча розглядається і така синергія для агросфери та вітроенергетики.

В останні десятиліття в межах Північно-Західного Поліського регіону помітно проявляються регіональні зміни кліматичних чинників, оцінку яких у контексті впливу на агровиробництво і сільськогосподарський комплекс давали у своїх працях Мерленко І.М., Федонюк В.В., Мерленко Н.О. [1], Федонюк В.В., Мерленко І.М., Федонюк М.А., Линюк Р.В., Ковальчук Н.С. [4], Fedoniuk V., Khrystetska M., Fedoniuk M., Merlenko I., Bondarchuk S. [8], Fedoniuk V.V., Fesyuk V.O., Fedoniuk M.A. [10] та інші автори. Зокрема, у дослідженнях Федонюк В.В., Гусар О.Н., Федонюка М.А. [3], Федонюк В.В., Федонюка М.А., Павлуся А.М. [5], Fedoniuk V.V., Husar O. N., Fedoniuk M.A [9] було виявлено такі сприятливі для розвитку агровиробництва і водночас для впровадження альтернативних енергетичних технологій процеси, як зниження загальної хмарності неба в регіоні та, відповідно, зростання геліопотенціалу. Зміни у вітровому режимі регіону, що включають підвищення середніх та максимальних швидкостей вітру у холодний період року проаналізовано у роботах Василюк М.В., Михайлюк В.А., Федонюк В.В. [2], Федонюка М.А., Федонюк В.В. [6], Pankevych A., Fedoniuk V., Vovk O., Pankevych S. [7]. Це може сприятливим чином відобразитися на використанні вітроенергопотенціалу у зоні Полісся.

Тому вважаємо доцільним розглядати у контексті розвитку агровольтаїки в регіоні комбіноване поєднання геліо- та вітроенергетики з агровиробництвом. Агроландшафтна оцінка території Волинської області дозволяє виділити як перспективні для впровадження геліоенергетики усі райони, а як перспективні для впровадження вітроенергетики – переважно південні райони області (Луцький та Володимирський), які мають слабо-хвилястий, місцями погорбований рельєф у межах ділянок Волинської височини.

Висновок.

Отже, серед найбільш перспективних напрямків агровольтаїки для Північно-Західного Поліського регіону України варто визначити: а) наземне агровиробництво у поєднанні з розміщенням рядів сонячних панелей, розміщених похило; рекомендовані культури – картопля, листові овочі, ягідні культури, ріпак; б) закрите агровиробництво – тепличні комплекси у поєднанні з сонячними колекторами, або фотоелектричні теплиці; в) тваринництво на агровольтаїчних фермах, зокрема – випас великої рогатої худоби; г) нестандартний напрямок агровольтаїки – розміщення вітрогенераторних установок на сільськогосподарських угіддях (заплановано на землях сільськогосподарського призначення у Волинській області біля населених пунктів Шельвів, Войнин, Привітне).

Список використаних джерел

1. Мерленко І.М., Федонюк В.В., Мерленко Н.О. Адаптація до сучасних кліматичних змін агрономічних технологій в Північно-Західному Поліссі. Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення: Збірник наукових праць IV Міжнародної науково-практичної конференції. Херсон, 10-11 червня 2021 року. Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2021. С.228 – 230.
2. Василюк М.В., Михайлюк В.А., Федонюк В.В. Вітровий режим на Волині в контексті глобальних кліматичних змін. Актуальні проблеми сучасної науки і освіти: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 20-21 січня 2022 року. Львів : ЛНУ, 2022. С. 6 – 8.
3. Федонюк В.В., Гусар О.Н., Федонюк М.А. Динаміка хмарності в межах Волинської області в період 2010-2021 рр. Український журнал природничих наук. Житомир: № 4, 2023. С. 86 – 95. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.10>
4. Федонюк В.В. Мерленко І.М., Федонюк М.А., Линюк Р.В., Ковальчук Н.С. Зміни агрокліматичних чинників в зоні Полісся в контексті глобального потепління (на прикладі Волинської області). Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки. Рівне: 2019. № 2 (86). С.124 – 134. DOI: <https://doi.org/10.31713/vs2201912>
5. Федонюк В.В., Федонюк М.А., Павлусь А.М. Дослідження грозової активності на Волині та в Україні за даними онлайн-ресурсу Blitzortung. Український гідрометеорологічний журнал. Одеса: 2021, 28(28). С. 16-28. UPL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9703/1/uhmj_28_2021_16.pdf
6. Федонюк М.А., Федонюк В.В. Екологічний вплив вітру у зоні міської забудови Луцька. Авіація, промисловість, суспільство : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Кременчук, 12 травня 2022 р. МВС України, Харків. нац. ун-т вн. справ, КЛК. Х.: ХНУВС, 2022. С. 379 – 383.
7. Pankevych A., Fedoniuk V., Vovk O., Pankevych S. Assessment and mapping of microclimatic features in complex architectural structures in Lutsk. GeoTerrace-2024. International Conference of Young Professionals. 7-8 Oct 2024, European Association of Geoscientists & Engineers. Volume 2024, p. 1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2024510012>
8. Fedoniuk V., Khrystetska M., Fedoniuk M., Merlenko I., Bondarchuk S. Shallowing of the Svityaz Lake in the context of regional climate change. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 2020. 29(4). P. 673 – 683. DOI: <https://doi.org/10.15421/112060>
9. Fedoniuk V.V., Husar O. N., Fedoniuk M.A. Study of the cloudiness dynamics in Lutsk in the context of climate change. Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. Publisher: European Association of Geoscientists & Engineers. Source: Conference Proceedings, 16th International Scientific Conference, 15-18 Nov 2022, Volume 2022. p. 1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580125>

10. Fedoniuk V.V., Fesyuk V.O., Fedoniuk M.A. Analysis of the dynamics and precipitation regime in the cross-border region Poland-Belarus-Ukraine (2010-2018). Journal of Geology, Geography and Geoecology. Dnipro: 2023. 32 (2). P. 241 – 253. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112323>

УДК 631.544

ОГЛЯД СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТЕПЛИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

**Міненко С.В. к.т.н. доцент, Туринський Д.В.,
Чумальчук А.Р., Яременко А.Л. здобувачі освіти**

Поліський національний університет, м. Житомир

Дана стаття присвячена комплексному аналізу сучасних конструкцій тепличних комплексів, їх основних форм, матеріалів огородження та передових систем клімат-контролю. Розглянуто класифікацію теплиць — арочні (Quonset), двосхилі (even-span), тотичні та касетні (Venlo) — з точки зору світлопрозорості, міцності й технологічності монтажу. Окрему увагу приділено порівнянню скління (загартоване скло, стільниковий і монолітний полікарбонат) та бюджетних варіантів (армована плівка) за показниками тепло- й звукоізоляції.

Передумови та ключові особливості арочних теплиць (Quonset) впливають із простоти їхньої геометрії та винайдені вони були як швидкобудівельні військові споруди у середині ХХ століття. Конструкція на основі напівциліндричного профілю забезпечує рівномірний розподіл навантажень від снігу та вітру по всій дузі, що підвищує стійкість споруди без потреби в додаткових внутрішніх опорах. Завдяки своїй формі арочні теплиці мають однакову висоту по всій ширині, що дозволяє ефективно використовувати простір під стелажі і конвеєрні системи вирощування. Поява високоякісної оцинкованої сталі та полівінілхлоридної плівки зробила можливим створення легких і довговічних арочних модулів із терміном служби понад 15 років.

Перші Quonset-конструкції з'явилися у США під час Другої світової війни й слугували як швидко монтувані склади й житлові модулі. Після війни їхня форма була адаптована для сільського господарства — спочатку як тимчасові тунелі для захисту розсади від холодів. Згодом арочний профіль став основою для промислових теплиць, особливо в регіонах із високою сніговим навантаженням і помірним кліматом. У ХХІ столітті Quonset-теплиці використовують у великих агрокомплексах, де важлива швидкість монтажу та масштабованість модульних рішень.

Каркас арочних теплиць зазвичай виготовляється з оцинкованої сталеві труби діаметром 25–50 мм і товщиною стінки 1,2–2,0 мм. У легших побутових варіантах застосовують ПВХ-канали та металеві хомути, що знижує вартість і полегшує монтаж для DIY-проектів. Огороджувальний матеріал — армована поліхлорвінілова плівка або подвійний стільниковий полікарбонат товщиною 10–16 мм, який забезпечує коефіцієнт теплопередачі $U=2,5\text{--}3,0 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ та

світлопропускання понад 80 %. Для додаткової жорсткості каркас закріплюють на фундаментних рейках із профільної труби або дерев'яного бруса із захисною обробкою.

Однією з головних переваг арочних теплиць є швидкість збірки: стандартний модуль (6–12 м довжини, 6–8 м ширини) може бути встановлений бригадою двох-трьох осіб за 1–2 дні. Модульна система дозволяє поєднувати кілька секцій «у ґратку» або подовжувати їх за допомогою сполучних профілів і герметизуючих стрічок. Вентиляційні люки, дверні отвори та розсувні системи інтегруються в каркас завдяки стандартним монтажним отворам, що відразу передбачені в сталевій арці.

Оптимальне освітлення: напівциліндрична форма зменшує відблиски та забезпечує рівномірний розподіл сонячного світла на всі рослини. Стійкість до навантажень: дуги витримують снігове навантаження до 150 кг/м² та пориви вітру до 120 км/год без деформацій.

Економічність: простота каркасу та мінімальний обсяг сталевих металлоконструкцій знижують витрати на матеріали до 20–30 % порівняно з двосхилими теплицями.

Недолік бокових стінок: низькі стіни обмежують висоту рослин уздовж бічних рядів та вимагають додаткових стійок для вищих конструкцій.

Сучасні тенденції передбачають використання легких композитних матеріалів для арок, що зменшують корозію та знижують масу конструкції на 15 %. Розробляються елементи зі змінною жорсткістю, які підлаштовуються під погодні умови, та інтегровані сонячні панелі прямо в огорожувальне покриття. Очікується, що в найближчі роки Quonset-теплиці стануть ще більш автоматизованими завдяки вбудованим модулям штучного інтелекту для самостійного регулювання клімату.

Нижче наведено розширений опис двосхилих (even-span) теплиць, структурованих у 5–6 абзацах із покрововим розкриттям ключових аспектів.

Двосхилі теплиці мають рівні дві скатні поверхні даху, що створює симетричну форму з оптимальним кутом нахилу для максимальної інсоляції та стоку опадів. Вони вважаються «класичним» типом теплиць і найчастіше використовуються в якості окремо стоячих конструкцій або як примикаючі модулі до основної будівлі. Ширина таких теплиць зазвичай коливається від 6 до 12 метрів, що дозволяє розмістити по два-три ряди рослинних столів із вільним проходом між ними. Завдяки стандартній модульній формі двосхилі теплиці легко масштабуються — їх можна поєднувати в лінії чи сітчасті структури для збільшення загальної площі виробництва.

Конструктивно двосхилі теплиці складаються з несучого каркасу (зазвичай із оцинкованої сталі або анодованого алюмінію) та огорожувального покриття зі скла, стільникового полікарбонату або армованої плівки. Кут нахилу скатів становить приблизно 27–38°, що сприяє рівномірному розсіюванню світла по всьому об'єму теплиці й ефективному відведенню дощової води та снігу. Каркасні елементи розміщуються із кроком 1,5–2,0 метра, що забезпечує необхідну жорсткість і мінімізує деформації під навантаженнями вітру та опадів.

Вибір матеріалів безпосередньо впливає на міцність і світлопропускання конструкції. Стійкі до корозії сталеві профілі поєднуються з алюмінієвими з'єднувачами, що збільшує термін служби до 20–25 років. Для скління використовують загартоване скло товщиною 4–6 мм із світлопропусканням понад 90 % або стільниковий полікарбонат товщиною 10–16 мм із коефіцієнтом теплопровідності $U=2,5\text{--}3,0 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Армована плівка рідше застосовується у великих комплексах, оскільки потребує регулярної заміни (кожні 3–5 років) через деградацію під впливом УФ-випромінювання.

У промислових масштабах двосхилі теплиці часто об'єднують у ряди за принципом «гутер-коннектед» (gutter-connected), коли секції стикуються через загальний жолоб для стоку води. Така схема дозволяє одержати безперервний простір завдовжки сотні метрів без зайвих опор, що особливо вигідно для автоматизованих систем поливу й транспортування культур на рейкових системах. Розміри окремого відсіку зазвичай становлять 6–8 м у ширину та 30–40 м в довжину, а кількість секцій можна довільно збільшувати за потреби.

Системи клімат-контролю в двосхилих теплицях включають природну та механічну вентиляцію через віконні люки на фронтонах і конькові вентиляції, використання «мокрих подушок» (evaporative cooling pads) та нагрівачів різного типу (газові, електричні, біомасові) для підтримки оптимальної температури 18–24 °C. Крім того, інтегруються датчики температури, вологості та CO₂, а LED-допоміжне освітлення забезпечує фотоперіод до 16–18 годин на добу, покращуючи ріст культур у періоди недостатнього природного світла.

Головними перевагами двосхилих теплиць є їхня універсальність, зручність у виробничому плануванні та простота монтажу, що знижує витрати на будівництво до 15–20 % порівняно з арочними аналогами. Водночас стики панелей можуть бути потенційними точками протікання, тому герметизація вимагає ретельного виконання та періодичного обслуговування. З огляду на швидкий розвиток композитних матеріалів і елементів з інтегрованими сонячними панелями, очікується подальша еволюція конструкцій двосхилих теплиць із підвищеною енергоефективністю та автономністю.

У сучасних агрокомплексах конструкції готичних і касетних (Venlo) теплиць поєднують високу світлопропускну здатність, структурну жорсткість та зручність модульного розширення. Готичні теплиці відзначаються гостроверхою формою даху, що поліпшує відведення конденсату й снігу та забезпечує додатковий об'єм повітря над рослинами. Venlo-конструкції, розроблені в Нідерландах, мають вузькі фронтони й довгі ряди скляних панелей, що дає змогу домогтися максимальної інсоляції та економії на витратах на скління. Завдяки використанню алюмінієвих та сталевих елементів із покращеним покриттям обидва типи теплиць демонструють тривалий термін служби понад 20 років та сумісність із сучасними системами автоматизації клімату й вентиляції.

Гостроверхий профіль готичних теплиць утворює вищий внутрішній об'єм у центрі, що забезпечує додатковий захист рослин від перегріву під час сонячних днів та сприяє ефективній природній вентиляції за рахунок термічного «димаря». Висота даху в коміру скроневих ліній дозволяє вирощувати високорослі

культури (помідори, огірки, баклажани) без додаткових опорних конструкцій. Структурно каркас виготовляють із посиленої анодованої алюмінієвої труби або оцинкованої сталі, що підвищує стійкість до вітрового навантаження до 120 км/год і снігового навантаження до 150 кг/м². Армовані полікарбонатні чи скляні панелі щільно прилягають до арок, зменшуючи втрати тепла та запобігаючи утворенню протікань, а їхня гостра геометрія сприяє безперешкодному стіканню вологи.

Venlo-теплиці мають типову для голландських розробок модульну архітектуру: вузькі фронти й довгі ряди скляних чи полікарбонатних секцій із кроком каркаса 1,5–2,0 м. Завдяки тонким алюмінієвим профілям досягається світлопропускання понад 90 %, що збільшує інтенсивність фотосинтезу без додаткових витрат на штучне освітлення. Зазвичай секції стикуються через загальний жолоб (gutter-connected), що дозволяє будувати теплиці довжиною в сотні метрів із єдиною системою відведення конденсату й дощової води.

Готичні моделі краще підходять для регіонів із високою сніговим навантаженням і потребою у великому об'ємі повітря, тоді як Venlo-конструкції оптимізовані для масштабного промислового виробництва завдяки зниженій вартості квадратного метра огороження та простоті розширення. Обидва типи легко поєднуються з автоматичними вентиляційними люками, клімат-контролем та LED-додатковим освітленням, що забезпечує підтримання температури 18–24 °C і концентрації CO₂ на оптимальному рівні для прискореного росту рослин. Масове застосування цих конструкцій у Європі, Північній Америці та Азіатсько-Тихоокеанському регіоні свідчить про їхню адаптивність та економічну ефективність у різних кліматичних умовах.

Загартоване скло є традиційним матеріалом для огороження теплиць завдяки високій світлопроникності (>95 %) та довговічності понад 30 років. Типова товщина панелей із загартованого скла становить 4–6 мм, що забезпечує оптимальний баланс між міцністю та проникненням світла, водночас мінімізуючи втрати тепла. Завдяки процесу загартування це скло в 4–6 разів більш стійке до ударів і при руйнуванні розсипається на безпечні шматки без гострих країв.

Полікарбонатні панелі мають вигляд монолітних або стільникових листів, які завдяки повітряним камерам забезпечують кращу теплоізоляцію ($U \approx 1,5\text{--}2,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$) порівняно зі склом. Стільниковий полікарбонат товщиною 8–16 мм у середньому пропускає понад 80 % видимого світла та одночасно знижує втрати тепла до 30–50 % у порівнянні з монолітним варіантом. Також полікарбонат відзначається високою ударостійкістю (у 200 разів міцніший за скло) та рівномірним розсіюванням світла, що сприяє однорідному росту рослин.

Плівкові огороження з ПВХ або EVA є найбільш економічним рішенням, з середнім терміном служби 2–4 роки за наявності УФ-стабілізаторів. Вони забезпечують світлопроникність близько 75–85 %, але потребують регулярної заміни через ізнос під дією ультрафіолету та механічних пошкоджень. На відміну від жорстких матеріалів, плівки мають вищий коефіцієнт теплопередачі ($U \approx 4\text{--}5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$), що зумовлює більші енергетичні втрати в холодний період.

УДК 631.544

ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОПОННОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОМИСЛОВИХ "САЛАТНИХ" ЛІНІЙ

Савченко В.М. к.т.н. доцент,
Гетьман В.О., Гулюк Я.В., Макарчук О.О. здобувачі освіти

Поліський національний університет, м. Житомир

У статті розглянуто ключові особливості застосування гідропонної технології у промислових лініях вирощування листових салатів: порівняно описано системи NFT, DWC та аеропоніки, механізми автоматизованого дозування і контролю параметрів живильного розчину (рН, ЕС). Виокремлено переваги технології — високу продуктивність, економію водних ресурсів та мінімізацію ризиків ґрунтових захворювань — і окреслено головні виклики: енергоспоживання, великі стартові інвестиції та складність обслуговування систем автоматизації. Проаналізовано перспективи розвитку: інтеграцію відновлюваної енергетики, модульні вертикальні ферми, що відкривають нові можливості для сталого й рентабельного вирощування салатної продукції цілорічно.

Гідропонна технологія, що передбачає вирощування рослин без традиційного ґрунту, здобула широке поширення у промислових «салатних» лініях завдяки високій продуктивності та ефективному використанню ресурсів. У гідропонних установках поживні речовини надходять безпосередньо до кореневої системи в розчині або аерозолі, що дозволяє точно контролювати живлення рослин і суттєво скоротити час від посіву до збирання врожаю. Сучасні вертикальні та горизонтальні гідропонні ферми забезпечують стабільний випуск високоякісної салатної продукції цілий рік, незалежно від кліматичних умов зовні.

Основні системи гідропоніки в промисловому вирощуванні салатних культур: техніка плинного шару живлення (NFT); глибока культура (Deep Water Culture, DWC) / плаваючі плити та аеропоніка.

Техніка плинного шару живлення (Nutrient Film Technique, NFT) є активною гідропонною системою, вперше запропонованою в 1965 році Алленом Купером у Glasshouse Crops Research Institute (Littlehampton, Англія). У цій технології тонкий шар поживного розчину постійно циркулює по вузьких водонепроникних жолобах, забезпечуючи кореневу систему як водою з розчиненими макро- та мікроелементами, так і достатньою кількістю кисню за рахунок тонкої плівки, вільно покриваючої корені.

Ключовими компонентами NFT-системи є похилі канали (глибина плівки зазвичай не перевищує кількох міліметрів), насос для циркуляції розчину та резервуар із попередньо змішаним живильним середовищем. Рекомендована швидкість потоку становить близько 1 літра за хвилину на канал, а довжина кожного жолоба зазвичай не перевищує 10–15 метрів, щоб уникнути нерівномірного виснаження поживних речовин по довжині каналу. Нахил

жолоба (зазвичай 1:30–1:40) створюється або поверхнею фундаменту, або спеціальними стелажми, забезпечуючи рівномірний стік розчину без утворення калюж.

Завдяки тонкому шару розчину NFT-системи дуже ефективно використовують воду: витрата скорочується до 5–10 % від обсягу, необхідного в традиційних ґрунтових методах, оскільки поживний розчин рециркулює у замкненому контурі без значних втрат. Водночас постійний доступ до кисню у тонкій водній плівці стимулює інтенсивний розвиток кореневої системи, що сприяє швидкому росту листових культур, зокрема салату, і дозволяє досягати вищих врожаїв при скорочених вегетаційних термінах.

Практика показує, що різновиди салату (наприклад *butterhead*, *romaine*, *oakleaf*) у NFT-системах формують товарні головки за 30–35 днів від пересадки сіянців у канали, з середньою площею листя, що зростає на 60 % у другій половині циклу, та високою щільністю сухої речовини. Оптимальна відстань між рослинами становить 15–20 см, що дозволяє уникнути затінення та забезпечує рівномірний розвиток.

Незважаючи на переваги, NFT-системи мають низьку «буферність» щодо перебоїв у подачі живильного розчину: навіть короткочасна зупинка насоса може призвести до висихання коренів і загибелі рослин. Крім того, тонкі канали потребують уважного контролю за чистотою, аби запобігти накопиченню мікроорганізмів та утворенню осаду, що може блокувати потік.

У промисловому масштабі NFT-системи інтегруються з автоматизованими датчиками рН та ЕС, а також із системами аварійного живлення, що мінімізують ризики відключень і гарантують стабільність вирощування. Завдяки цьому NFT залишається одним із найдосконаліших рішень для високопродуктивного вирощування салатних культур у закритих приміщеннях.

У системі *Deer Water Culture (DWC)* корені рослин постійно занурені в резервуар із поживним розчином, що забезпечує безперервний доступ до води та поживних елементів. Зазвичай рослини висаджують у спеціальні нет-горщики, закріплені в плаваючих плитах (найчастіше з харчового пінополістиролу), які тримають живильний розчин на рівні коренів. Така конструкція спрощує технологічний цикл, оскільки відпадає потреба в дренажних жолобах і постійній циркуляції на зразок NFT: достатньо лише підтримувати рівень розчину й його параметри.

Основними компонентами комерційних DWC-систем є:

резервуар достатнього об'єму для формування необхідної глибини культури (часто 20–30 см над дном);

плаваюча плита з отворами для нет-горщиків;

повітродувка та повітряні камені (*air stones*) для аерації розчину;

система підігріву/охолодження води для підтримки оптимальної температури 18–24 °С,

датчики рН та ЕС із автоматичним дозуванням розчину.

Матеріали рафтів зазвичай вибирають економічні і харчово-безпечні, а монтаж виконується в модульному форматі, що дає змогу легко масштабувати

виробництво.

Ключовим фактором успішного DWC є забезпечення кореневої системи достатнім киснем. Найпоширеніший метод — подача повітря через пористі камені, які генерують дрібні бульбашки, що підвищують розчинність кисню та підтримують концентрацію понад 7 мг/л. У великих промислових установках застосовують рідкий кисень (LOx), що дозволяє досягати супрасатурації і оптимізувати ріст навіть за високих щільностей посадки. Контроль температури розчину також важливий: охолодження до 18–20 °C підвищує вміст розчиненого кисню та гальмує розвиток патогенів, таких як *Pythium*.

Продуктивність DWC-систем у вирощуванні салату значно перевищує традиційні методи: період від пересадки до збирання головчастих сортів становить 30–35 днів, а врожайність може сягати 4–6 кг/м² за цикл. Baby-leaf культури збирають за 20–25 днів, при цьому формуються однорідні листові пучки з підвищеним вмістом сухої речовини. Щільність посадки коригується протягом циклу: від початкових 9 рослин/ft² до кінцевих 3–4 рослини/ft² у головчастих сортів, що дозволяє оптимізувати використання площі та світла.

Обслуговування DWC-ферм включає регулярне очищення та дезінфекцію плаваючих плит після кожного врожаю, щоб запобігти накопиченню органіки й розмноженню збудників захворювань. У великих комплексах цей процес автоматизують за допомогою конвеєрів і мийних машин, що дозволяє знизити трудовитрати та ризики контамінації. Також необхідно щоразу калібрувати датчики й перевіряти герметичність системи подачі повітря та розчину.

У промисловому масштабі DWC інтегрують із системами моніторингу та керування (SCADA), що забезпечує автоматичне коригування pH, ЕС, температури та аерації. Впровадження відновлюваних джерел енергії для живлення насосів і LED-освітлення робить установку більш енергоефективною та знижує експлуатаційні витрати. Модульний формат плаваючих плит дає змогу гнучко розширювати виробничі лінії, а аналітика на базі II оптимізує строки посадки й збирання врожаю для максимального виходу продукції.

Аеропоніка — це передова технологія безґрунтового вирощування, за якої коренева система рослин перебуває в повітряному просторі й періодично обприскується дрібнодисперсним поживним розчином. Перші практичні досліді в галузі аеропоніки проводили в 1980-х роках в межах досліджень NASA для вирощування рослин у космічних станціях, адже відсутність ґрунту значно зменшує вагу та об'єм обладнання. З тих пір ця технологія еволюціонувала й успішно застосовується у високотехнологічних вертикальних фермах та «розумних» теплицях.

Основою аеропоніки є створення дрібнодисперсного аерозолу з поживним розчином, який розпилюється над корінням у вигляді мікрокрапель розміром 5–50 μm. Завдяки такому розміру крапель концентрація розчину, рівномірно осідаючи на всій поверхні коренів, забезпечує максимальний контакт із поживними речовинами і киснем. Інтервали обприскувань (наприклад, 1–2 хв через кожні 5–10 хв) та тиск насоса (часто понад 40 бар) програмуються залежно від виду культури та фази її розвитку.

Ключовим обладнанням у аеропонних установках є висконапірні плунжерні насоси, керамічні чи титанові форсунки для створення стабільного мікродисперсного потоку, а також герметичні камери, які утримують вологу та запобігають випаровуванню. Для контролю процесу використовують датчики вологості повітря, температури та рівня поживного розчину, інтегровані в системи SCADA. Підтримка стерильності важлива: застій рідини чи недосконале очищення камер може призвести до розвитку фітофторозу та інших патогенів.

Переваги аеропоніки вражають: по-перше, максимально насичене киснем середовище стимулює надшвидке розвиток коренів і забезпечує зростання рослин на 30–50 % швидше, ніж у NFT чи DWC-системах. По-друге, витрати води знижуються до 2–3 % порівняно з традиційним ґрунтовим вирощуванням, адже майже весь розчин залишається в контурі та повторно використовується. По-третє, можливість точного дозування мікроелементів у розчині підвищує однорідність продукції та багатство смакових якостей салату.

Водночас аеропоніка потребує високої надійності та чистоти обладнання: навіть короткочасний перебіг електроживлення чи засмічення форсунок може призвести до відмирання коріння вже за 15–20 хв без доступу розчину. Крім того, початкові інвестиції в систему високого тиску та герметичні камери значно вищі, ніж для NFT чи DWC, а енергоспоживання насосів потребує компенсації за рахунок енергоефективних рішень або відновлюваних джерел.

У промисловому масштабі аеропонні лінії інтегрують із штучним інтелектом, що дозволяє в режимі реального часу аналізувати параметри середовища та прогнозувати потреби рослин. Деякі компанії використовують машинне навчання для оптимізації циклів обприскування та складу розчину, що знижує витрати ресурсів і підвищує вихід продукції. Подальший розвиток аеропоніки спрямований на зменшення енергетичних витрат і спрощення технічного обслуговування через самоочищувальні форсунки та модульні конструкції.

Промислова гідропонна технологія для вирощування салату демонструє високий потенціал у контексті стійкого харчування та ефективного використання ресурсів. Висока продуктивність, якість врожаю та мінімізація використання води й пестицидів роблять її перспективним напрямком агропромисловості. Проте для подальшого поширення необхідно зменшувати енергоспоживання та стартові витрати через впровадження відновлюваної енергетики й удосконалення автоматизації.

УДК 338.43:327(477)

ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Ткаченко С.Є. к.е.н. доцент кафедри глобальної економіки

Державний біотехнологічний університет

Анотація. В статті розглянуто ключові проблеми, що виникли внаслідок військових дій, зокрема логістичні обмеження, втрати виробничої інфраструктури, фінансові труднощі, а також визначено пріоритетні шляхи підтримки аграріїв. Запропоновано інструменти фінансової, технічної, кадрової й інноваційної підтримки з урахуванням міжнародного досвіду та можливостей співпраці з донорами.

Аграрний сектор є ключовим для української економіки, забезпечуючи близько 10% ВВП країни та значну частку валютних надходжень через експорт продукції [1]. В умовах війни він опинився перед викликами, які загрожують його життєздатності: знищенням інфраструктури, замінуванням угідь, нестачею ресурсів і трудових кадрів. Метою цієї статті є аналіз динаміки розвитку галузі в період воєнного стану та визначення стратегічних напрямів її підтримки та відновлення.

Більшість агровиробників, особливо дрібні та середні, втратили доступ до банківських кредитів та інвестицій. За даними Мінагрополітики, у 2023 році лише 40% агропідприємств мали змогу залучити фінансування [1]. Закриття морських портів, обмежений експортний потенціал через західні кордони та перевантаження залізниці зменшили конкурентоздатність української агропродукції на світовому ринку. Альтернативні маршрути (порт Дунай, залізниця до Польщі та Румунії) поки що не мають достатньої пропускну здатності.

Прямі втрати аграрного сектору України внаслідок повномасштабної війни включають руйнування сільськогосподарської техніки, складів, елеваторів, логістичної інфраструктури, втрачені врожаї, знищення тваринницьких комплексів та масштабне замінування орних земель. За оцінками KSE Institute, сума прямих втрат за 2022 рік склала приблизно 6,6 млрд доларів США, а у 2023 році — ще близько 3,5 млрд доларів. Ці дані охоплюють не лише матеріальні збитки, а й втрачену вигоду від неможливості реалізувати продукцію на зовнішніх ринках через блокаду портів та логістичні обмеження. За даними KSE Institute, понад 50% прямих втрат агросектору припадає саме на південні та східні регіони. Втрачені або пошкоджені угіддя, техніка, інфраструктура, а також тимчасова втрата контролю над логістичними шляхами суттєво зменшили аграрне виробництво [2].

Шляхи економічного розвитку та стабілізації

1. Розширення фінансової підтримки

Програма "Доступні кредити 5-7-9%" має бути адаптована для малих фермерів, спрощено механізми застави. Запропоновано нову програму

відновлення за ставками 3–5% із терміном до 7 років для інвестицій у відновлення зруйнованих об'єктів.

2. Створення фонду компенсацій

Необхідне створення державного фонду за участі міжнародних донорів (ЄС, Світовий банк) для відшкодування втрат від війни [3]. Пріоритет — малі фермери та господарства у прифронтових регіонах.

3. Інноваційний розвиток

Важливо субсидувати впровадження точного землеробства, дронів, GPS-навігації, сонячних панелей, енергоощадної техніки. Це підвищить продуктивність і зменшить залежність від імпортних ресурсів.

4. Логістична модернізація

Потрібні інвестиції в розвиток портів на Дунаї, логістичних хабів на західному кордоні, субсидії на транспортування та цифрові логістичні платформи для ефективного планування маршрутів.

5. Розмінування

Повернення до обігу понад 4 млн га сільгоспугідь потребує масштабної програми розмінування за підтримки Канади, Норвегії та інших донорів, із використанням сучасної техніки та підготовкою спеціалістів [4].

6. Кадрова політика

Програми професійної перепідготовки для ветеранів, жінок, молоді; пільгова іпотека для аграріїв у деокупованих регіонах; створення аграрних консультаційних центрів [5].

Аграрний сектор України в умовах війни виявив значну стійкість, проте потребує комплексної підтримки для подальшого розвитку. Необхідні заходи включають фінансування, інновації, логістику, відновлення інфраструктури та кадрове забезпечення. Ключовим є партнерство з міжнародними організаціями та донорськими фондами. Від ефективності реалізації цих заходів залежить не лише відновлення сільського господарства, а й економічна стабільність сільських територій та продовольча безпека країни [6].

Список використаних джерел

1. Міністерство аграрної політики та продовольства України. — <https://minagro.gov.ua>
2. KSE Institute. Оцінка втрат агросектору України. — 2023.
3. Світовий банк. Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment – February 2023.
4. FAO Ukraine. Офіційні звіти і програми підтримки фермерів. — <https://www.fao.org/ukraine>
5. UNDP Ukraine. Recovery and Development Programmes. — 2023.
6. Ткаченко С.Є. Шляхи відновлення АПВ України. Матеріали XIX Міжнародної науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ». Х: ДБТУ. 2024. С. 460-462.

УДК 631. 3-77

АНАЛІЗ АКТИВНОСТІ КЛІЄНТІВ КОМПАНІЇ ПО ЗАКУПІВЛІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

Вітковський М.Ю. здобувач ВО, Науменко О.А. професор

Державний біотехнологічний університет

Виконані дослідження закупівельної активності клієнтів компанії, що реалізує запасні частини до сільськогосподарської техніки, шляхом використання діаграми Парето виявлено основних споживачів, їхні внески у загальний обсяг продажів та розроблені рекомендації щодо оптимізації маркетингової політики й структури обслуговування клієнтів в умовах нестабільного ринку.

1. Актуальність дослідження

Однією з найкритичніших сфер вітчизняного агропромислового комплексу є інженерно-технічне забезпечення [1], [2]. Нинішній стан цієї сфери не дає змоги повною мірою задовольнити технологічні потреби сільськогосподарських товаровиробників, підприємств харчової і переробної промисловості в машинах, обладнанні, устаткуванні та якісному технічному обслуговуванні [1].

Система постачання запасних частин є складною і багаторівневою, із численними взаємозв'язками та взаємовпливами між її складовими. У таких системах із великою кількістю змінних, коли детальна формалізація надмірно ускладнена, за функцію відгуку доцільно приймати інтегровану залежність [3].

В умовах "стабільної нестабільності", постійних змін, економічного ризику, коливань попиту і пропозиції традиційні підходи часто втрачають ефективність. Натомість виникає необхідність у швидкому пристосуванні до змін через використання спеціалізованих методик і моделей ситуаційного аналізу [4].

У сучасних реаліях нестабільного ринку та зниження платоспроможності аграрного сектору стає вкрай важливим ретельно аналізувати клієнтську базу і структуру закупівель [3]. Інструмент діаграми Парето дозволяє чітко визначити найбільш вагомих клієнтів і спрямувати на них основні маркетингові та сервісні ресурси.

Мета дослідження: Дослідити закупівельну активність клієнтів компанії, що реалізує запасні частини до сільськогосподарської техніки, для виявлення основних споживачів, аналізу їхніх внесків у загальний обсяг продажів та розробки рекомендацій щодо оптимізації маркетингової політики й структури обслуговування клієнтів в умовах нестабільного ринку.

Завдання дослідження:

Проаналізувати структуру річних закупівель клієнтів компанії, що реалізує запасні частини до сільськогосподарської техніки.

Побудувати діаграму Парето для ідентифікації основної групи клієнтів, яка забезпечує більшу частину обсягів продажів.

Оцінити концентрацію закупівель серед клієнтів та ступінь залежності

компанії від окремих великих покупців.

Виявити ризики, пов'язані із надмірною концентрацією обсягів закупівель на обмеженому колі споживачів.

Запропонувати напрями оптимізації роботи з клієнтською базою, у тому числі заходи щодо зміцнення взаємин із ключовими клієнтами і диверсифікації ризиків.

2. Основні результати аналізу.

Характеристика об'єкта досліджень. Проведений аналіз діяльності компанії, що займаються поставками вузлів, деталей та матеріалів для сільськогосподарської техніки. Приблизно 30% обсягу продажу припадає на сільгоспвиробників, 20% – на ремонтні майстерні і близько 50% – на посередників. Компанія працює на ринку реалізації як оригінальних запасних частин (постачання від заводів-виробників або за їх кресленнями), так і неоригінальних запчастин (власна документація або документація партнерів). За рік послугами компанії користувалися понад 80 юридичних і фізичних осіб. Приклад відомості інформації, яка проходила аналіз наведена в табл. 1. (За вимогами компанії перелік клієнтів не розголошується).

Таблиця 1 Обсяги реалізації запасних частин клієнтам компанії
ЗАКУПІВЛЯ ЗА РІК

	КІЛЬКІСТЬ	СУМА, ГРН
EVCI PLASTIK TOB	6 732	119 378,40
AB метали групи ООО	64,990	537 006,90
ABTEK АВТОКОМПОНЕНТ ООО	280,000	75 581,70
Автек Супермаркет запчастин	118,000	4 228,08
Авто-Сила ООО	145,000	9 412,62
Автомагика ООО	47 004	673 277,75
Автопромподшипник	6 375	145 224,34
Агро-Днепр ТОВ	69,000	5 556,68

На основі даних реалізації запасних частин споживачам (клієнтам компанії) на протязі року була побудована діаграма, яка повністю відповідає закону Парето (рис. 1).

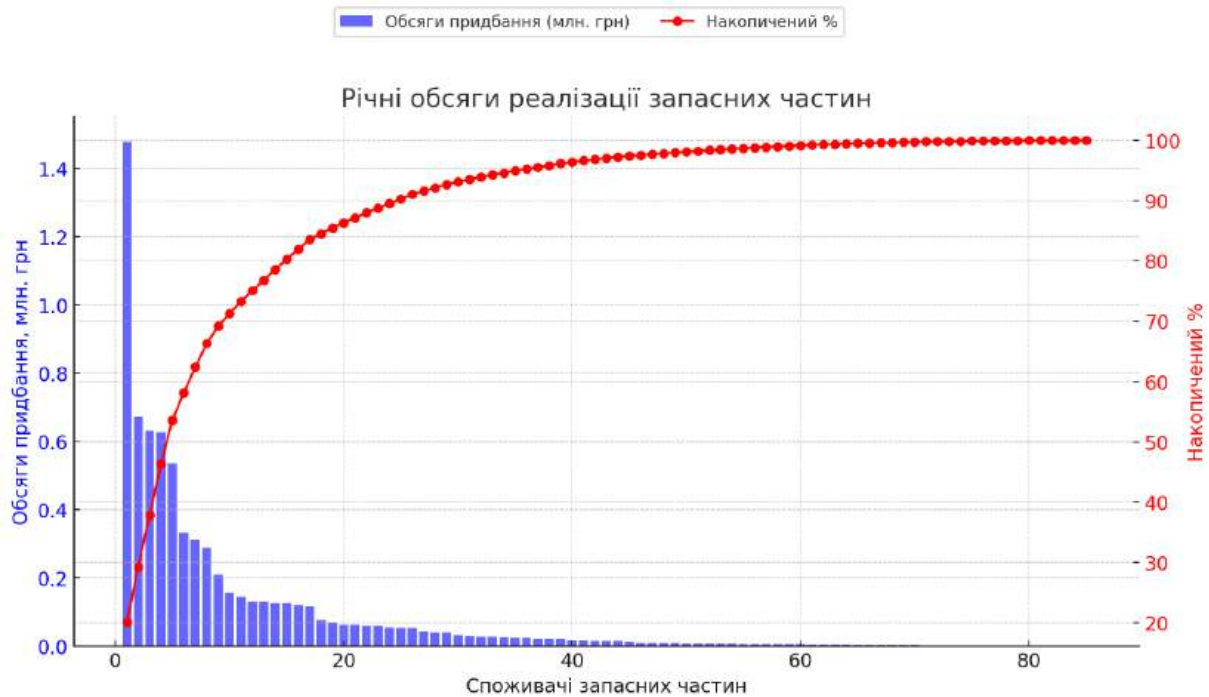


Рис.1. Розподіл споживачів за обсягами придбання запасних частин.

Аналіз свідчить:

Приблизно 20% клієнтів (16–18 покупців) формують понад 80% загального обсягу закупівель. Це повністю відповідає закону Парето (80/20).

Найбільший клієнт закупив продукції на майже 1,5 млн грн, тоді як понад 30 клієнтів здійснили покупки менші за 10 тис. грн.

Довгий "хвіст" клієнтів із низькими обсягами замовлень дає підстави про наявний потенціал для розвитку цієї групи через таргетовані пропозиції та програми лояльності.

Рекомендації для компанії:

Для підвищення ефективності роботи з клієнтською базою необхідно провести **сегментацію споживачів** за обсягами закупівель:

А-клієнти (топ 10–15 покупців). Це споживачі, які забезпечують найбільшу частку виручки компанії (за принципом Парето — близько 20% клієнтів генерують 80% прибутку). Для цієї групи потрібно: Надати персонального менеджера для швидкого вирішення питань.

Розробити індивідуальні комерційні пропозиції. Організувати преміальні сервісні пакети: пріоритетне постачання, спеціальні умови оплати.

Запровадити програми лояльності та бонуси за довгострокову співпрацю.

В-клієнти (середній рівень закупівель). Сегмент із потенціалом росту. Для них варто: Розробити стимулюючі програми знижок за збільшення обсягів замовлень. Запропонувати партнерські програми — наприклад, спільну участь у виставках, спонсорство заходів. Запускати спільні акції та програми з утилізації старої техніки або агрегатів.

С-клієнти (низькі обсяги закупівель). Потенційно ці споживачі можуть бути залучені активніше шляхом: Масових розсилок інформації про акції, новинки, знижки. Проведення сезонних промоакцій: «знижка на перше

замовлення у сезон», «безкоштовна доставка понад певну суму». Організації мобільних сервісних точок у сільських регіонах під час посівної та збиральної кампаній.

2. Фокус на утриманні та розвитку “золотих клієнтів” Регулярно проводити глибокі інтерв'ю або опитування щодо рівня задоволеності співпрацею. Збирати зворотний зв'язок про якість сервісу, асортимент, доступність запасних частин. Розробляти індивідуальні програми розвитку співпраці: розширення асортименту для конкретного клієнта, пропозиції за індивідуальним графіком постачання. Проводити закриті заходи для топ-клієнтів: тренінги, дні клієнта, семінари з експлуатації техніки.

3. Активізація “слабких” клієнтів. Розробити окремі сезонні пропозиції для дрібних покупців: передпосівна або передзбиральна підготовка. Запровадити програми раннього бронювання запчастин за вигідними цінами. Проводити виїзні консультації у регіонах, де розташовані потенційні замовники: мобільні сервіс-бригади, демонстрації ремонтних технологій на місцях.

4. Запровадження CRM-системи. Використовувати сучасні CRM-платформи (наприклад, Bitrix24, Zoho CRM, Salesforce) для:

Автоматичного збору інформації про кожного клієнта. Аналізу історії закупівель, виявлення сезонних коливань попиту. Прогнозування ризиків втрати клієнтів і своєчасного реагування. Планування індивідуальних маркетингових кампаній на основі купівельної поведінки.

5. Диверсифікація асортименту. Проаналізувати запити клієнтів із малими обсягами закупівель. Визначити відсутні позиції в прайс-листах або види запчастин, які необхідні для певних моделей техніки. Запровадити дрібносерійне постачання витратних матеріалів (фільтри, ремені, ущільнювачі) для популярних брендів сільгосптехніки. Забезпечити наявність комплектів для ремонту вузлів і агрегатів (ремкомплектів) за доступною ціною.

Висновок: Аналіз закупівельної активності клієнтів дозволяє компанії: Чітко визначити пріоритетні напрями розвитку взаємин із клієнтами. Оптимізувати витрати на маркетинг і сервісне обслуговування. Підвищити ефективність комерційної діяльності через глибше розуміння потреб клієнтів. Вчасно виявляти ризики втрати клієнтів і вживати превентивних заходів. Посилити свою конкурентоспроможність на ринку через адресний підхід до кожного сегмента клієнтів. Подальший успіх компанії залежатиме від впровадження системної роботи із клієнтською базою, використання сучасних ІТ-рішень і формування довгострокових партнерських відносин.

Перелік використаних джерел

1. Наumenko O. A. Шляхи відновлення та розбудови інфраструктури технічного сервісу аграрної галузі / О. А. Наumenko // Крамаровські читання : збірник тез доп. XII Міжнар. наук.-техн. конф. з нагоди 118 річниці від дня народж. д-ра техн. наук, Крамарова В.С. Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України, 20-21 лют. 2025 р. - Київ : Видавн. центр НУБіП України, 2025. - С. 10-15

2. Теоретичні основи та технологічні процеси відновлення деталей машин : навч. посібник / М. І. Черновол, І. В. Шепеленко, І. Ф. Василенко, М. В. Красота, О. В. Тіхонов, О. А. Науменко, І. М. Рибалко. - Харків : Діса Плюс, 2025. - 347 с.

3. Дослідження коливання кількості реалізованих запчастин протягом року [Електронний ресурс] / Д. В. Бейник, О. А. Науменко // Сервісна інженерія та нові матеріали в машинобудуванні : матеріали першої Всеукр. інтернет-конф., м. Харків, 10-11 лют. 2022 р. - Харків : ДБТУ, 2022. - С. 15-16.

4. Гладков С. М., Науменко О. А. Дослідження впливу зовнішніх факторів на виготовлення і постачання запасних частин для техніки АПК. Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті: матеріали XIX Міжнар. форуму молоді, 6-7 квіт. 2023 р. Харків: ДБТУ, 2023. С. 113

УДК 338.1/330.3

СКЛАДОВІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА В РИНКОВИХ УМОВАХ

Гармаш П.Г. здобувач ВО, Вітковський Ю.П. д.е.н. професор

Державний біотехнологічний університет

У роботі розглянуто економічну безпеку як складну систему економічних відносин між різними ієрархічними рівнями економіки, а також її функціональними сферами. Уточнено складові економічної безпеки підприємства в ринкових умовах.

Сучасний економічний ландшафт характеризується зростаючою складністю та невизначеністю, що робить економічну безпеку критично важливим питанням для підприємств будь-якого розміру та галузі. Глобалізація, технологічний прогрес та геополітична нестабільність створюють як можливості, так і загрози, які можуть суттєво вплинути на стабільність та стійкість підприємства. Процес забезпечення економічної безпеки включає збір та аналітичну обробку інформації, визначення та прогнозування загроз, прийняття рішень щодо запобігання або мінімізації їх впливу, організацію діяльності з попередження загроз, завчасне відпрацювання моделей протидії, проведення практичних експериментів, виявлення, аналіз та оцінку реальних загроз, ухвалення рішень та організацію реагування на них, застосування відпрацьованих моделей на практиці, моніторинг та оцінку ефективності прийнятих рішень, внесення коректив та постійне вдосконалення системи забезпечення економічної безпеки.

Економічна безпека підприємства в ринкових умовах – це стан захищеності його фінансових інтересів, ресурсів, інформації та персоналу від внутрішніх і зовнішніх загроз, що забезпечує стабільне функціонування та розвиток підприємства. Вона є комплексною категорією, яка охоплює різні аспекти діяльності підприємства [1, с.8].

Фінансова безпека є провідною та вирішальною складовою економічної безпеки в ринкових умовах. Вона передбачає досягнення найбільш ефективного

використання корпоративних ресурсів, а також забезпечення фінансової стійкості, платоспроможності, ліквідності, ділової активності та рентабельності діяльності підприємства. Ослаблення цієї складової проявляється у зниженні ліквідності, зростанні дебіторської та кредиторської заборгованостей, а також у погіршенні фінансової стійкості. Головна мета фінансової безпеки полягає в гарантуванні стабільного й максимально ефективного функціонування підприємства сьогодні та високого потенціалу його розвитку в майбутньому.

Інтелектуальна та кадрова безпека включають збереження та розвиток інтелектуального потенціалу підприємства та ефективне управління персоналом. Негативними факторами, що впливають на інтелектуальну складову, є звільнення висококваліфікованих працівників, зменшення частки інженерно-технічних працівників та науковців, зниження винахідницької активності та рівня освіти працівників. Кадрова складова є надзвичайно важливою, оскільки професійна команда менеджерів здатна реорганізувати збиткове підприємство, тоді як некваліфіковане управління може призвести до банкрутства навіть прибуткове. Завдання кадрової безпеки включають здійснення сталого функціонування підприємства і запобігання загроз її безпеці, недопущення втрат інформації, захист законних інтересів та охорону життя і здоров'я персоналу.

Техніко-технологічна безпека відображає ступінь відповідності технологій, що використовуються на підприємстві, найкращим світовим аналогам з точки зору оптимізації ресурсів [2, с.165]. Негативні впливи включають дії, спрямовані на підриг технологічного потенціалу, порушення технологічної дисципліни та моральне старіння технологій. Ця складова має на меті створення та використання такої технічної бази, обладнання та технологій, які посилюють конкурентоздатність підприємства та підвищують ефективність використання наявних ресурсів. Оновлення основних фондів, зростання механізованих та автоматизованих операцій, а також збільшення інвестицій у основний капітал є позитивними факторами, тоді як фізичне та моральне старіння основних фондів, а також зменшення інноваційної активності є негативними.

Політико-правова безпека передбачає всебічне правове забезпечення діяльності підприємства та дотримання чинного законодавства. Вона визначає середовище, в якому функціонує підприємство. Загрози цій складовій включають надмірний податковий тиск, нестабільне законодавство та неефективну роботу юридичного відділу. Ефективне забезпечення цієї складової вимагає висококваліфікованих працівників юридичного відділу, достатнього фінансування цієї служби та розуміння керівництвом підприємства важливості юридичної підтримки всіх аспектів його роботи.

Інформаційна безпека включає ефективне інформаційно-аналітичне забезпечення господарської діяльності підприємства. Відповідні служби виконують функції, які в сукупності характеризують процес створення та захисту інформаційної складової економічної безпеки. Ризик втрати конфіденційної інформації значно зростає під час фінансових криз. Інформаційна безпека охоплює не тільки запобігання втратам від інформаційних

загроз, але й підвищення ефективності діяльності через впровадження сучасних інформаційних технологій. Приклади включають захист від кіберзагроз, забезпечення безперервності бізнесу, контроль доступу до інформації, захист від внутрішніх загроз, управління репутацією та використання інформаційних технологій для підвищення ефективності.

Екологічна безпека передбачає дотримання чинних екологічних норм та мінімізацію витрат від забруднення довкілля. Вона спрямована на гарантування безпеки суспільства від виробничої та комерційної діяльності підприємства. Екологічна шкода може значно вплинути на фінансовий стан підприємства, наприклад, через судові позови за порушення екологічного законодавства або аварії з екологічними наслідками. Глобальні економічні тенденції та процеси європейської інтеграції підвищили роль цієї складової.

Суть інформаційно-аналітична безпеки полягає в забезпеченні своєчасного виявлення та аналізу загроз економічній безпеці підприємства, прогнозуванні негативних наслідків та розробці заходів щодо їх запобігання. Основними елементами інформаційно-аналітичної безпеки є: збір та аналіз інформації про зовнішнє середовище (конкуренти, ринок, законодавство); виявлення внутрішніх загроз економічній безпеці; прогнозування негативних наслідків; розробка заходів щодо запобігання загрозам; моніторинг ефективності заходів щодо забезпечення економічної безпеки; створення системи раннього попередження про загрози. В табл.1 представлено основні складові економічної безпеки підприємства.

Таблиця 1. Основні складові економічної безпеки підприємства

Основні складові	Суть:	Основні елементи:
Кадрова безпека	Забезпечення захищеності підприємства від негативних дій з боку персоналу (нелояльність, зловживання, корупція, розкрадання) та забезпечення кваліфікованим і лояльним персоналом.	Ретельний відбір персоналу; Перевірка кандидатів на посади; Створення системи мотивації та стимулювання лояльності персоналу; Контроль за діяльністю персоналу; Протидія корупції та зловживанням; Захист від кадрового шпигунства; Забезпечення безпеки персональних даних; Створення сприятливого психологічного клімату в колективі.
Інтелектуальна безпека	Захист інтелектуальної власності підприємства (патенти, торгові марки, ноу-хау, авторські права) та інформації, що становить комерційну таємницю.	Правова охорона інтелектуальної власності; Захист від промислового шпигунства; Контроль за доступом до конфіденційної інформації; Захист інформаційних систем від несанкціонованого доступу; Протидія витоку інформації; Забезпечення інформаційної безпеки в процесі обміну інформацією з контрагентами; Навчання персоналу правилам інформаційної безпеки.
Технологічна безпека	Забезпечення захищеності технологічних процесів підприємства від збоїв,	Захист від несанкціонованого доступу до технологічного обладнання ⁴ Забезпечення надійності та безпеки обладнання; Протидія

	аварій, диверсій та інших негативних впливів.	промислового шпигунству в технологічній сфері; Захист від комп'ютерних вірусів та інших шкідливих програм; Забезпечення безпеки виробничих процесів; Впровадження сучасних технологій захисту; Забезпечення екологічної безпеки виробництва.
Юридична безпека	Забезпечення захищеності підприємства від юридичних ризиків, пов'язаних з його діяльністю (недотримання законодавства, судові спори, штрафи, санкції).	Дотримання законодавства; Правовий аналіз договорів та інших документів; Представництво інтересів підприємства в судах та інших органах; Захист від неправомірних дій з боку державних органів; Захист від рейдерства; Забезпечення правової чистоти угод; Своєчасне отримання юридичних консультацій.

Безпека зовнішньоекономічної діяльності полягає в забезпечення захищеності підприємства від ризиків, пов'язаних із здійсненням зовнішньоекономічної діяльності (валютні ризики, політичні ризики, ризики невиконання контрактів). Основними елементами безпеки зовнішньоекономічної діяльності виступають: аналіз зовнішньоекономічних ризиків; страхування зовнішньоекономічних операцій; диверсифікація ринків збуту; вибір надійних партнерів; захист від недобросовісної конкуренції на зовнішніх ринках; забезпечення дотримання митного законодавства [3, с.156].

Наведемо фактори, що впливають на економічну безпеку підприємства в ринкових умовах:

Макроекономічні фактори: Економічна ситуація в країні, інфляція, валютні курси, податкова політика.

Галузеві фактори: Рівень конкуренції в галузі, зміни в технологіях, попит на продукцію.

Регіональні фактори: Економічна ситуація в регіоні, політична стабільність, криміногенна ситуація.

Внутрішні фактори: Ефективність управління, фінансовий стан, якість персоналу, технологічний рівень, організаційна структура.

Забезпечення економічної безпеки підприємства в ринкових умовах потребує комплексного підходу, який включає: розробку та реалізацію стратегії економічної безпеки; створення системи управління економічною безпекою; впровадження сучасних технологій захисту; навчання персоналу правилам економічної безпеки; постійний моніторинг та аналіз загроз економічній безпеці. Ефективна система економічної безпеки дозволяє підприємству не тільки захистити свої ресурси та інтереси, але й створити конкурентні переваги, забезпечити стабільний розвиток та підвищити свою вартість.

Отже, для забезпечення економічної безпеки необхідний комплексний та інтегрований підхід, що включає розробку та реалізацію відповідних стратегій, використання різноманітних інструментів та методів, а також постійний моніторинг та адаптацію до мінливого середовища. Основними напрямками є

управління змінами, що передбачає постійне корегування напряму діяльності виробництва, виробництво продукції з урахуванням потреб ринку, вибір надійних постачальників, захист комерційних таємниць та зміна керівництва в разі необхідності.

Список використаних джерел

1. Антощенкова В. В., Дейнега М. В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки : зб. наук. пр. Київ : КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6–14.

2. Антощенкова В.В. Організаційно-економічний механізм інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, Сер. Економічні науки. 2021. №2 Том. 1. С. 161-170.

3. Онегіна В.М. Антощенкова В.В. Спільна аграрна політика та конкурентоспроможність сільського господарства ЄС. Аграрна політика Європейського Союзу: виклики і перспективи: монографія / За ред. Т. Зінчук. Київ: Центр навчальної літератури, 2019 С. 152-162.

УДК 330.15:628.5(477)

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ

Мещеряков В.Є. к.е.н. доцент, Гарькава М.А. студентка

Державний біотехнологічний університет

Метою дослідження є обґрунтування необхідності розвитку циркулярної економіки в Україні в умовах сучасних економічних і екологічних викликів, а також аналіз перспектив та напрямів її впровадження з урахуванням світового досвіду.

Сучасні концепції розвитку економіки ведуть до появи нової моделі – циркулярної економіки. Існує декілька думок щодо походження цього терміну. Ряд вчених вважає, що кругова економіка це новий етап у розвитку зеленої економіки. Набагато рідше вона розглядається як самостійний напрямок в економічній теорії, який насправді з'явився ще у 1970-хх роках. Так чи інакше, звернення суспільної уваги на світові проблеми нарешті призвело до появи нових напрямів. Однією із передумов впровадження циркулярної економіки є загострення проблеми екології та збереження природних ресурсів в Україні в умовах ведення війни.

Модель кругової економіки передбачає максимально ефективне використання наявних ресурсів шляхом мінімізації появи та знищення неперероблених відходів, і подовження тривалості експлуатації продукції. Але, що найбільш важливо, циркулярна економіка має не тільки екологічну ефективність, а й економічну. Максимальне використання ресурсів сприяє підвищенню продуктивності капіталу, що веде до підвищення прибутку на

мікрорівні та покращення основних макроекономічних показників на макрорівні. Тому впровадження циркулярної економіки в усі сфери життя є доцільним. Але оскільки концепція даної моделі є відносно новою, вона ще мало досліджена. Зокрема, не достатньо досліджені питання, що до актуальності циркулярної економіки в сучасних умовах [1].

Існуюча зараз економічна система вичерпує ресурси природних систем планети і підводить до усвідомлення об'єктивної необхідності переходу до нових форм взаємин із природою, що зумовлене неминучістю реформування економічних систем і суспільних відносин. З метою реформування економічних систем і суспільних відносин актуальності набуває активізація сталого розвитку суб'єктів господарювання на принципах циркулярної економіки, що спрямовані на зниження рівня природокористування, формування дієвої системи управління відходами на підприємствах та організацією впровадження технологій рециклінгу.

Циркулярна економіка є інноваційною концепцією, яка ставить під сумнів традиційні моделі економічного розвитку, що базуються на принципах лінійної економіки. Лінійна економіка передбачає процес, у якому ресурси видобуваються, використовуються та викидаються в кінці свого циклу життя. У протилежність цьому, циркулярна економіка прагне максимально зберегти ресурси в обігу, зменшуючи обсяги відходів і негативний вплив на довкілля.

Усі науковці та економісти позитивно відносяться до зміни світової економічної моделі з лінійної на кругову. Однак суспільство зустрічається з певними перешкодами та складнощами на шляху до переходу. Річ також йде про поєднання та зв'язок гарної екології та процвітаючої економіки. Однак треба враховувати соціальний фактор, тобто людську свідомість та готовність імплементувати механізми циркулярної економіки в своє життя та діяльність. Адже деякі корпорації дуже неохоче йдуть на правильну екологічну утилізацію відходів, вживання фільтрів на виробництві та зниження викидів в водні ресурси планети.

Далеко не всі країни сортирують сміття, переробляють продукти та повторно використовують матеріали. Циркулярна економіка виявляє негативні наслідки людської діяльності, яка завдає шкоду як самому людству, так і природним системам загалом. Сюди входять і викиди парникових газів та небезпечних речовин, забруднення повітря, землі та води, а також структурні відходи, такі як вихлопні гази автомобілів. Кругова економіка сприяє діяльності по збереженню цінної енергії, ресурсів та матеріалів, основаної на довготривалому використанні. Тобто забезпечує циркуляцію продуктів та їх компонентів в економіці.

У сучасних умовах господарювання керівництво українських підприємств часто стикається з низкою проблем у процесі ефективного розподілу ресурсів, сировини, матеріалів для забезпечення позитивної динаміки показників діяльності, а також зменшення шкідливих викидів у довкілля. Сьогодні низький рівень конкурентоспроможності вітчизняної промисловості зумовлено браком інноваційних технологій і недостатністю матеріально-технічного й ресурсного

забезпечення. Крім того труднощі спричинені новітніми викликами світової системи: трансформація ресурсно-сировинної моделі розвитку, глобалізація, та, в останні роки, – війна.

Розвиток інноваційних технологій у сучасному світі формує нові вимоги щодо стану соціально-економічної системи та навколишнього природного середовища. Тому здійснення господарської діяльності в сучасному конкурентному середовищі передбачає необхідність впровадження в економічну систему циркулярного механізму. Адже економіка замкнутого циклу сприяє модернізації виробництва та впровадженню новітніх технологій за рахунок ефективнішого використання ресурсів, зниження забруднення, підвищення екологічної культури суспільства, охорони навколишнього середовища.

Циркулярна економіка в сучасному розмінні представлена кругообігом – від розподілу ресурсів до їх переробки та створення нових продуктів на їхній основі. Концепція циркулярної економіки зараз є актуальною як ніколи, бо саме за цієї форми економіки ланцюги поставок та збуту найчастіше знаходяться в межах однієї країни. Регіони за такої форми економіки стають ключовими вузлами ланцюгів поставок, збуту та переробки.

На сучасному етапі для України особливо актуально застосовувати модель циркулярної економіки, адже вона є однією з ключових складових сталого розвитку, принципи якого наслідує Європейський Союз. Тому для нашої держави, як майбутнього його члена, важливо реалізовувати основні принципи та засади діяльності європейського співтовариства. Циркулярна економіка впевнено починає закріплюватися в Україні.

Переформатування української економіки з лінійної до циркулярної матиме значну кількість переваг, серед яких – створення нових ринкових ніш. Вкрай потрібним розроблення програми державного стимулювання, запровадження технологічних інновацій та залучення інвестицій. Переваги, які надає запровадження циркулярної економіки як для держави, так і для суспільства, взагалі неможливо оцінити, одне з головних переваг, це загальне оновлення та оздоровлення економіки.

Повномасштабна агресія російської федерації проти України несе в собі безліч негативних наслідків у всіх сферах: економіка, суспільство, навколишнє середовище. У даній статті показано доцільність та актуальність введення принципів циркулярної економіки під час воєнного стану. Постала проблема збільшення кількості відходів. Їх кількість збільшується щодня і негативно впливає на здоров'я людей та тварин, екологію та збереження ресурсів планети.

Відходи безпосередньо від бойових дій та ракетних атак досі залишаються в лісах, полях, у воді, у містах та селищах. Це – нерозірвані снаряди або ж уламки від їх розірвання, акумулятори, використані одноразові системи NLAW (протитанкова керована ракета), знищений чи пошкоджений транспорт (загалом коло 200 тис. легкових та вантажних автомобілів), наприклад, у м. Буча Київської області, де утворилось своєрідне «кладовище машин». Утворились і значні обсяги медичних відходів внаслідок протермінування ліків чи руйнування авіаударами фармацевтичних організацій [2, 3].

Також є проблемою утворення викидів від боїв та терористичних дій окупантів: нерозірвані снаряди, уламки від них, бойова техніка. Більшість даних відходів підлягають вторинній переробці, оскільки містять у своєму складі дорогоцінні метали. Що стосується руйнування житлових будинків, то в даному випадку важливий лабораторний аналіз уламків будівель, що дозволить визначити методи їх безпечної утилізації. Дана проблема спонукала багато країн виділяти кошти на розвиток утилізаційних технологій, вивчати проблему і знаходити її рішення.

Розробка та впровадження нових технологій та інноваційних підходів у сфері утилізації відходів стає нагальним завданням. Дослідження в галузі застосування і розвитку відновлюваних матеріалів, удосконалення методів сортування та переробки, навіть використання енергії з відходів - це лише деякі з напрямків роботи для вирішення цієї проблеми. Країни, що вкладались в одні з перелічених вище досліджень зараз мають високу якість життя населення та мають можливість продавати технології, для збагачення країни.

Глобалізація світу допомогла нам побачити приклади країн, де влада не контролювала відходи, залишивши це питання на самоплив. Для генерування ідей найкраще підходить метод мозковий штурм, за методикою якого багато ІТ-компаній генерує найкращі шляхи подолання перешкод. За допомогою мозкового штурму стало зрозуміло, що вирішення проблеми з відходами в Україні лежить через поширення фундаментальних знань з сортування сміття. Перелічені питання, що виникали, привели до розуміння, що ця тема не може бути на другому плані.

Отже, ми бачимо що питання переходу до циркулярної економіки є дуже актуальним в аспекті розвитку нашої країни як на загальнодержавному, так і регіональному рівні. А це свідчить про необхідність активного залучення науковців до проведення досліджень у цьому напрямі. Подальші дослідження стосовно особливостей та актуальності впровадження циркулярної економіки в Україні можуть стосуватися розробки проектів реалізації циркулярних принципів для різних підприємств і громад з урахування наслідків війни. Циркулярна економіка – це те, на чому треба робити акцент, і те, до чого треба прагнути на всіх рівнях – від державного до регіонального.

Зрозуміло, що сьогодні первинним завданням є захист країни, а обмежені кошти йдуть лише на розв'язання нагальних проблем: вивезення відходів руйнувань, які заважають діяльності або небезпечні. Чітке ж напрацювання й використання методів поводження з відходами війни на всіх рівнях буде вже після перемоги.

Висновок. Питання переходу до циркулярної економіки є дуже актуальним в аспекті розвитку нашої країни як на загальнодержавному, так і регіональному рівні. А це свідчить про необхідність активного залучення науковців до проведення досліджень у цьому напрямі. Подальші дослідження стосовно особливостей та актуальності впровадження циркулярної економіки в Україні можуть стосуватися розробки проектів реалізації циркулярних принципів для різних підприємств і громад з урахування наслідків війни.

Циркулярна економіка – це те, на чому треба робити акцент, і те, до чого треба прагнути на всіх рівнях – від державного до регіонального.

Сьогодні первинним завданням є захист країни, а обмежені кошти йдуть лише на розв'язання нагальних проблем: вивезення відходів руйнувань, які заважають діяльності або небезпечні. Чітке ж напрацювання й використання методів поводження з відходами війни на всіх рівнях буде вже після перемоги.

Список використаних джерел

1. Otekenary David Elisha. Moving Beyond Take-Make-Dispose to TakeMake-Use for Sustainable Economy. URL: https://www.researchgate.net/publication/349964391_Moving_Beyond_Take-Make-Dispose_to_TakeMake-Use_for_Sustainable_Economy (дата звернення: 09.05.2024).

2. Приблизно 10-12 мільйонів тонн сміття утворилося в Україні внаслідок війни – Міндовкілля. Радіо Свобода. 23.06.2023. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-ukraine-viyna-smittia-dovkillia/32467305.html>.

3. Під ударом війни: що робити з відходами від руйнувань у громадах? Рубрика. 11.10.2023. URL: <https://rubryka.com/article/vidhody-vid-rujnuvan-u-gromadah>.

УДК: 658:330.1

СУТНІСТЬ ТА СКЛАДОВІ ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

Сапарай Я.В. здобувач ВО, Вітковський Ю.П. д.е.н. професор

Державний біотехнологічний університет

У роботі обґрунтовано сутність та складові економічного потенціалу, що є ключовим фактором успішного розвитку та конкурентоспроможності підприємства.

Економічний потенціал підприємства є важливою складовою загального потенціалу будь-якої економічної системи. Він характеризується багатьма параметрами, які формуються під впливом факторів навколишнього середовища, фінансового стану та результатів діяльності. Економічний потенціал підприємства – це сукупність ресурсів, можливостей і компетенцій, які підприємство може мобілізувати для забезпечення ефективної діяльності та досягнення конкурентних переваг. Економічний потенціал підприємства є складною, динамічною категорією, яка залежить від рівня розвитку підприємства, його конкурентної позиції та можливості залучення ресурсів. Існують різні підходи до визначення економічного потенціалу, зокрема ресурсний, цільовий, конкурентний, функціональний, комбінований та перспективний [1, с.88]. В табл.1 представлено сутність та складові економічного потенціалу підприємства.

Таблиця 1. Сутність та складові економічного потенціалу підприємства

Складові	Сутність
Ресурсний потенціал	охоплює матеріальні, трудові, фінансові та інформаційні ресурси, доступні підприємству
Виробничий потенціал	відображає здатність підприємства виробляти продукцію, включаючи основні виробничі фонди та рівень їх використання
Фінансовий потенціал	визначається фінансовими ресурсами підприємства, його здатністю залучати інвестиції та ефективно управляти фінансами
Інноваційний потенціал	характеризує здатність підприємства до розробки та впровадження нових технологій, продуктів і послуг
Інтелектуальний капітал	включає знання, навички та досвід працівників, а також організаційну культуру та інтелектуальну власність
Кадровий потенціал	відображає кваліфікацію, мотивацію та ефективність працівників

Економічний потенціал підприємства є ключовим фактором його успішного розвитку та конкурентоспроможності. Ефективне управління економічним потенціалом, врахування впливу зовнішніх факторів та впровадження інноваційних технологій дозволяють підприємствам досягати стабільного зростання та підвищувати свою економічну ефективність [2, с.11]. Виробничий потенціал характеризує можливості підприємства щодо виробництва товарів або надання послуг. Він визначається наявністю та станом основних засобів, технологічним рівнем виробництва, кваліфікацією персоналу, організацією виробничого процесу та іншими факторами. Фінансовий потенціал відображає фінансові можливості підприємства, його здатність забезпечувати фінансування поточної діяльності та інвестиційних проектів. Він визначається наявністю власних та залучених коштів, фінансовою стійкістю, платоспроможністю, кредитоспроможністю та ефективністю управління фінансами. Трудовий потенціал характеризує можливості підприємства щодо використання трудових ресурсів. Він визначається кількістю та якістю персоналу, його кваліфікацією, досвідом, мотивацією, організацією праці та системою управління персоналом. Інноваційний потенціал відображає здатність підприємства до розробки та впровадження нових продуктів, технологій, процесів та організаційних рішень. Він визначається наявністю науково-дослідних розробок, кваліфікацією наукових працівників, інвестиціями в науку та інновації, а також організаційною культурою, що сприяє інноваціям. Маркетинговий потенціал характеризує можливості підприємства щодо просування та збуту товарів або послуг. Він визначається знанням ринку, наявністю ефективної маркетингової стратегії, розвиненою збутовою мережею, репутацією бренду та якістю обслуговування клієнтів. Організаційний потенціал відображає здатність підприємства ефективно організовувати свою діяльність, координувати роботу різних підрозділів та адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі. Він визначається організаційною структурою, системою управління, корпоративною культурою та якістю комунікацій. Інформаційний потенціал характеризує можливості підприємства щодо збору, обробки, зберігання та використання інформації для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Він визначається наявністю інформаційних систем,

кваліфікацією персоналу, здатного працювати з інформацією, та ефективністю використання інформаційних технологій.

Компанія FED (АТ «ФЕД», FED PJSC) [3] – одне з провідних підприємств України, яке спеціалізується на розробці, виробництві, сервісному обслуговуванні та ремонті агрегатів авіаційного, космічного і загальномашинобудівного призначення. Агрегати компанії успішно застосовуються на літаках і вертольотах українського і зарубіжного виробництва. FED має в своєму розпорядженні сучасний парк високоточного обладнання з металообробки, що дозволяє компанії випускати продукцію відповідно до найвищих світових стандартів і успішно конкурувати на світовому авіаційному ринку. Підприємство, з історією понад 90 років, зараз є одним з небагатьох підприємств, які реалізують повний цикл створення сучасного авіаційного агрегату – від передпроектних наукових досліджень до створення випробувань, сертифікації, серійного виробництва та післяпродажного обслуговування. Компанія FED (Федерація електричних двигунів) – один із лідерів з експорту продукції аерокосмічного машинобудування. Більше 60% продукції компанії FED йде на експорт. Продукція компанії постачається в країни Євросоюзу, Китай, Південну Корею, Індію, ОАЕ. Компанія активно співпрацює з США, Канадою, Бразилією щодо реалізації спільних проектів в авіабудуванні. Компанія FED є патентовласником низки інноваційних технологій в машинобудуванні, які застосовуються при виробництві авіаційної і космічної техніки. У багатьох країнах світу інноваційні рішення компанії FED знаходять своє застосування в цивільній, транспортній авіації, у вертольото-будуванні, а також космічних літальних апаратах. Економічний потенціал компанії FED визначає її здатність ефективно використовувати наявні ресурси для досягнення стратегічних цілей. Він включає в себе різні аспекти, що впливають на продуктивність, конкурентоспроможність та стійкий розвиток компанії. В економіці є постулат – будь-яка акціонерна компанія працює краще, ніж державна. Починаючи з 1990 року державна корпорація «ФЕД» стала акціонерним товариством FED. Це дало низку переваг: компанія має вільний доступ до зовнішніх ринків; АТ більш гнучке в прийнятті рішень, і це бачать насамперед західні партнери; АТ має більш легкий доступ до дешевих довгих кредитів (на прикладі компанії FED можна бачити, як нам довіряють західні банки); більш інтенсивно використовуються основні фонди, і в результаті цього при меншій чисельності персоналу в порівнянні з подібним державним підприємством обсяг продукції, що випускається, виявляється в 2-2,5 рази вище.

Компанія FED активно працює в галузі точної механіки, гідромеханіки, електрогідравліки, мехатроніки і системного проектування. У даний час FED є Інтегратором (Відповідальний виконавець) по системах FADEC для авіаційних і промислових газотурбінних двигунів, компонентах системи управління польотом та інших системах для літаків, вертольотів і БПЛА. Більше 300 типів основних агрегатів було розроблено, випущено серійно і обслуговується протягом терміну їх експлуатації для різних цивільних і транспортних літаків і вертольотів. Вартість основних верстатів у компанії FED - 500-600 тис. євро. Це

великі інвестиції, плюс засоби виміру, засоби оснащення - це ще подвоює вартість обладнання. Компанія працює за правилом «24/7», а для такого режиму роботи кожен верстат повинні обслуговувати мінімум 4 оператори. Система підготовки висококваліфікованих кадрів тривала. Тому процес технічного переоснащення продовжується вже близько 7 років. Щороку компанія купує до 10 одиниць обладнання. Загальний обсяг інвестицій за 5-7 років склав близько 50 млн євро.

Підвищення ефективності використання економічного потенціалу є важливим завданням для підприємства, особливо в умовах нестабільності та конкуренції. До напрямків підвищення ефективності використання економічного потенціалу варто віднести: раціональне використання всіх видів ресурсів, оптимізація виробничих процесів, зниження витрат, впровадження нових технологій, розробка нових продуктів і послуг, підвищення конкурентоспроможності, навчання та підвищення кваліфікації працівників, мотивація та залучення до інноваційної діяльності, визначення стратегічних цілей і завдань, розробка планів розвитку, адаптація до змін зовнішнього середовища.

Список використаних джерел

1. Антощенкова В.В. Конкурентоспроможність, як основа ефективної національної економіки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства: Економічні науки. Харків: ХНТУСГ, 2019. Вип. 200. С. 84-95с.

2. Антощенкова В. В., Дейнега М. В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана ; [редкол.: О. Яценко (голов. ред.) та ін.]. Київ : КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6–14.

3. Офіційний сайт АТ «ФЕД» URL: <https://fed.kh.ua/finansova-zvitnist>

УДК 330.34[330.5:004](477)

СВІТОВИЙ РЕЙТИНГ ЦИФРОВОЇ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

**Семперович І.В. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Антощенкова В.В. д.е.н. професор**

Державний біотехнологічний університет

У роботі наведено аналіз світового рейтингу цифрової конкурентоспроможності, який оцінює здатність країн адаптуватися до цифрових технологій та їх використання для економічного зростання.

Рейтинг цифрової конкурентоспроможності надає важливу інформацію для урядів, бізнесу та інвесторів, допомагаючи визначити сильні та слабкі сторони у сфері цифровізації. Це також стимулює країни до дій, спрямованих на покращення своїх позицій у глобальному конкурентному середовищі. З розвитком 21-го століття цифрова конкурентоспроможність стала

фундаментальною для економічного зростання. Швидкі темпи, з якими галузі промисловості, компанії та уряди переходять на цифрові інструменти, підкреслюють необхідність надійної цифрової інфраструктури для сприяння ефективній цифровій трансформації. Крім того, ключові тенденції, такі як зростання економіки, управління даними, автоматизація та роль технологій у формуванні галузей промисловості, підкреслюють необхідність забезпечення довгострокової цифрової конкурентоспроможності. Однак існує кілька взаємопов'язаних та зростаючих проблем, які можуть обмежувати розвиток цифрової конкурентоспроможності. Останні включають, серед іншого, стабільні інвестиції в дослідження та розробки та інновації, а також постійний доступ до відповідних талантів [1].

Цифрова конкурентоспроможність передбачає центральну роль нових технологій у трансформації урядових та бізнес-процесів, а також того, як суспільство взаємодіє з ними. Таким чином, вона відображає впровадження нових технологій у наданні рішень, що призводять до створення довгострокової цінності [2, с.78]. Такими рішеннями можуть бути, наприклад, розробка інноваційного процесу, який дозволяє підприємствам покращувати свої послуги для клієнтів. Створення цінності, в останньому прикладі, може виникнути в результаті кращого розуміння організацією потреб своїх клієнтів та/або цінності своїх продуктів в очах клієнтів. У будь-якому випадку, створення цінності приносить довгострокові переваги всім зацікавленим сторонам. WDCR вимірює здатність та готовність 67 економік до впровадження та дослідження цифрових технологій для економічної та соціальної трансформації. Його структура охоплює організаційні, інституційні та структурні елементи. Ці елементи включають, наприклад, засвоєння та застосування знань, роль досліджень у цифровій трансформації, ефективність відповідного регулювання, впровадження нових технологій, а також відкритість і гнучкість в управлінні результуючими змінами. WDCR охоплює всі ці аспекти за допомогою 52 критеріїв, згрупованих у три фактори: знання, технології та готовність до майбутнього.

Рейтинг IMD World Digital Competitiveness (WDC) [3] аналізує та ранжує ступінь, якою країни впроваджують та досліджують цифрові технології, що призводить до трансформації урядової практики, бізнес-моделей та суспільства загалом. Як і у випадку з рейтингом IMD World Competitiveness, ми припускаємо, що цифрова трансформація відбувається переважно на рівні підприємств (приватних чи державних), але вона також відбувається на рівні уряду та суспільства. Ґрунтуючись на нашому дослідженні, методологія рейтингу WDC визначає цифрову конкурентоспроможність за трьома основними факторами: знання (потенціал робочої сили та системи освіти); технології (доступність та інтеграція цифрових технологій); готовність до майбутнього (здатність адаптуватися та впроваджувати інновації в цифровому середовищі).

Рейтинг конкурентоспроможності світових цифрових технологій IMD представляє загальний рейтинг 67 економік за 2024 рік. Економіки ранжуються від найбільш до найменш конкурентоспроможної. Кожен із цих факторів поділено на 3 підфактори, які висвітлюють кожен аспект аналізованих областей.

Загалом WDC містить 9 таких підфакторів. Ці 9 підфакторів складаються з 59 критеріїв, хоча кожен підфактор не обов'язково має однакову кількість критеріїв (наприклад, для оцінки рівня навчання та освіти потрібно більше критеріїв, ніж для оцінки інтеграції ІТ). Кожен підфактор, незалежно від кількості критеріїв, які він містить, має однакову вагу в загальній консолідації результатів, тобто приблизно 11,1% ($100 \div 9 \sim 11,1$). 59 критеріїв включають 22 нових показники, які використовуються лише для оцінки рейтингу WDC. Решта показників є спільними з рейтингом світової конкурентоспроможності IMD. Крім того, два критерії надаються лише для довідкової інформації, що означає, що вони не використовуються для розрахунку загального рейтингу конкурентоспроможності (тобто населення та ВВП). Нарешті, агрегування результатів 9 підфакторів створює загальну консолідацію, яка призводить до загального рейтингу WDC. В табл. 1. Представлено загальний рейтинг та фактори цифрової конкурентоспроможності 2024 року.

Таблиця 1. Загальний рейтинг та фактори цифрової конкурентоспроможності 2024 року

Місце	Загальний рейтинг (країна / бал)		Фактори					
			Знання		Технології		Готовність до майбутнього	
1	Сінгапур	100,00	Швейцарія	95,90	Сінгапур	97,58	Сінгапур	100,00
2	Швейцарія	93,15	Сінгапур	95,40	США	93,31	Данія	96,72
3	Данія	91,99	Швеція	91,33	Гонконг	89,50	Республіка Корея	93,24
4	США	91,31	США	88,62	Швейцарія	88,16	Швеція	89,55
5	Швеція	90,42	Гонконг	88,27	Норвегія	86,78	Швейцарія	88,38
6	Республіка Корея	88,62	Канада	86,39	Данія	86,48	Тайвань	87,98
7	Гонконг	88,11	Данія	85,76	Тайвань	86,28	Нідерланди	85,73
8	Нідерланди	87,03	Республіка Корея	85,03	Нідерланди	83,45	США	85,00
9	Тайвань	86,33	Нідерланди	84,89	ОАЕ	83,40	Фінляндія	83,29
10	Норвегія	84,58	Велика Британія	82,92	Швеція	83,37	Норвегія	82,01

Станом на 2024 рік Сінгапур посів перше місце серед країн світу з цифрової конкурентоспроможності. Рейтинги цифрової конкурентоспроможності мають на меті проаналізувати здатність країни впроваджувати цифрові технології та впроваджувати ці технології на підприємствах та в урядових організаціях. Швейцарія та Данія замкнули трійку лідерів, а Сполучені Штати посіли четверте місце. Нажаль з 2022 року Україна не приймала участі в рейтингу цифрової конкурентоспроможності. В 2020 році Україна займала 58 місце, в 2021 році – 54 місце в World Digital Competitiveness. Україна має потенціал для подальшого підвищення своєї позиції в рейтингу World Digital Competitiveness, якщо продовжить інвестувати в освіту, інфраструктуру та підтримку інновацій. Останні роки Україна демонструє покращення в рейтингу завдяки зростанню ІТ-сектора та інвестицій в цифрові

технології.

Для розвитку цифрової економіки, щоб вона стала каталізатором інноваційних бізнес процесів в таких сферах як інформаційні технології, освіта, наука та інновації, необхідні наступні заходи: інвестування в інфраструктуру (розвиток швидкісного Інтернету та сучасних інформаційних технологій); підтримка стартапів (створення фондів для фінансування інноваційних проєктів та стартапів у сфері ІТ); розвиток освіти (впровадження програм з цифрових навичок у школах та вищих навчальних закладах); співпраця з науковими установами (партнерство між університетами та бізнесом для розвитку досліджень і технологій); регуляторні зміни (спрощення бюрократичних процедур для цифрових підприємств та стартапів); захист даних і кібербезпека (введення заходів для захисту особистих даних і забезпечення кібербезпеки); залучення міжнародних інвестицій (створення сприятливого бізнес-середовища для іноземних інвесторів у сфері цифрових технологій); промоція цифрових технологій (організація семінарів, конференцій та виставок для популяризації нових технологій і рішень); підтримка інноваційних ініціатив (фінансування досліджень і розробок у сферах AI, Big Data, Internet of Things тощо); розвиток електронної комерції (підтримка платформ для онлайн-продажів та електронних послуг). Ці заходи допоможуть створити сприятливе середовище для розвитку цифрової економіки та інноваційних бізнес-процесів.

Отже, цифрова трансформація йде пліч-о-пліч із фінансовим розвитком та інклюзією. Національна політика в поєднанні з глобальним регулюванням може сприяти справедливому використанню індивідуальної інформації. Європейський Союз, ОАЕ та Сінгапур мають перевагу в цьому сенсі порівняно зі США та Китаєм, де «верховенство цифрового права» досі не повністю дотримується.

Список використаних джерел

1. Міжнародний інститут розвитку менеджменту. Рейтинг цифрової конкурентоспроможності світу. URL:<https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking>.
2. Батюк Л.А., Антощенкова В.В. Інноваційно-технологічні чинники глобального економічного розвитку. Науковий економічний журнал «Інтелект ХХІ», №1, Національний університет харчових технологій, ГО «Інститут проблем конкуренції», Видавничий дім «Гельветика», Київ, 2019. С.76-80.
3. International Institute for Management Development. World Digital Competitiveness Ranking. URL: <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking>

УДК 330.131.7

РЕЙТИНГ УКРАЇНИ У ГЛОБАЛЬНОМУ ІНДЕКСІ ІННОВАЦІЙ

**Пересада М.О., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Антощенкова В.В. д.е.н. професор**

Державний біотехнологічний університет

У роботі проаналізовано світові інноваційні тенденції та щорічний рейтинг інновацій, а також місце України у Global Innovation Index.

Всесвітня організація інтелектуальної власності оприлюднила в кінці 2024 року Глобальний інноваційний індекс 2024, який представляє останні світові інноваційні тенденції та щорічний рейтинг інновацій 133 економік світу. Відстежуючи найновіші світові інноваційні тенденції, Глобальний інноваційний індекс (Global Innovation Index GII) виявляє, що інвестиції в інновації у 2023 році сповільнилися, що різко відрізняється від попередніх років і робить перспективи на 2024/2025 роки надзвичайно невизначеними. Технологічний прогрес та його впровадження в таких галузях, як суперкомп'ютери, зв'язок, охорона здоров'я, санітарія та зелені технології, продовжуються безперервно. Рейтинги GII 2024 року в основному складені на основі даних за 2022 та 2023 роки (близько 80 відсотків усіх даних).

Азійські країни із середнім рівнем доходу, такі як Китай, Індія, Індонезія та Туреччина, стрімко виходять вперед. Таїланд та В'єтнам наближаються до топ-40. Марокко приєднується до групи країн із середнім рівнем доходу в топ-70 GII, які найшвидше піднялися в рейтингу Global Innovation Index з 2013 року.

Швейцарія посідає 1-е місце в GII 14 -й рік поспіль. Вона залишається світовим лідером за інноваційними результатами, посідаючи 1-е місце як за результатами знань та технологій, так і за результатами творчих заходів. Вона також входить до першої п'ятірки серед усіх інших напрямків GII, за винятком інфраструктури (7-е місце). Швеція та Сполучені Штати (США) зберігають свої 2-ге та 3-є місця відповідно другий рік поспіль. Швеція лідирує за такими напрямками, як інфраструктура (1-е місце), розвиток бізнесу (1-е місце), результати знань та технологій (2-е місце) та людський капітал та дослідження (3-є місце). Вона посідає провідні позиції за дослідниками (1-е місце), за платежами та надходженнями за інтелектуальну власність (ІВ) (обидва 1-е місце), наукоємною зайнятістю (3-є місце), цінністю глобального бренду (3-є місце) та низьковуглецевим використанням енергії (4-е місце). Сполучені Штати мають найкращі результати у світі за дев'ятьма з 78 інноваційних показників GII 2024 – поступаючись лише Сінгапуру. США посідає 1-ше місце у світі за показниками, що включають якість університетів, вплив наукових публікацій (H-індекс), витрати на програмне забезпечення та надходження від інтелектуальної власності. Сінгапур (4-те місце) просувається далі до першої п'ятірки та є економікою з найбільшою кількістю показників GII, вперше посідаючи 1-ше місце у світі (з 14 з 78 показників), обігнавши Сполучені Штати. Однак, навіть якщо Сінгапур наблизиться до трійки лідерів, потрапити до цієї групи

залишається складним завданням. Три провідні економіки мають спільні характеристики як за всіма напрямками ГІІ, так і успішного балансування своїх інноваційних вкладень та результатів. Незважаючи на те, що Сінгапур вже перевершив Швейцарію, Швецію та Сполучені Штати за обсягом інноваційних вкладень, розрив між Сінгапуром та трійкою лідерів все ще залишається значним за інноваційними результатами, особливо за креативними результатами.

Республіка Корея піднялася на 6 -те місце та входить до трійки лідерів у світі за ключовими показниками, включаючи кількість дослідників (2-ге), витрати на дослідження та розробки (2-ге), дослідження та розробки, що виконуються підприємствами (1-ше) та складність виробництва та експорту (3-те). Китай піднявся в рейтингу на 11-те місце, знову наблизившись до першої десятки. Він зберігає за собою 1-ше місце серед групи країн з рівнем доходу вище середнього та 3-тє місце серед економік Південно-Східної Азії, Східної Азії та Океанії, поступаючись Сінгапуру та Республіці Корея. Китай також є третьою економікою з найбільшою кількістю показників, що посідають 1-е місце, на два більше, ніж у 2023 році, поступаючись Сінгапуру та Сполученим Штатам. Він входить до трійки лідерів у світі за такими показниками, як експорт високотехнологічних товарів (1-е місце), світові корпоративні інвестори в дослідження та розробки (2 -е місце), зростання продуктивності праці (2 -е місце) та валовий інвестиційний економічний розвиток (GERD), що фінансується бізнесом (3-тє місце).

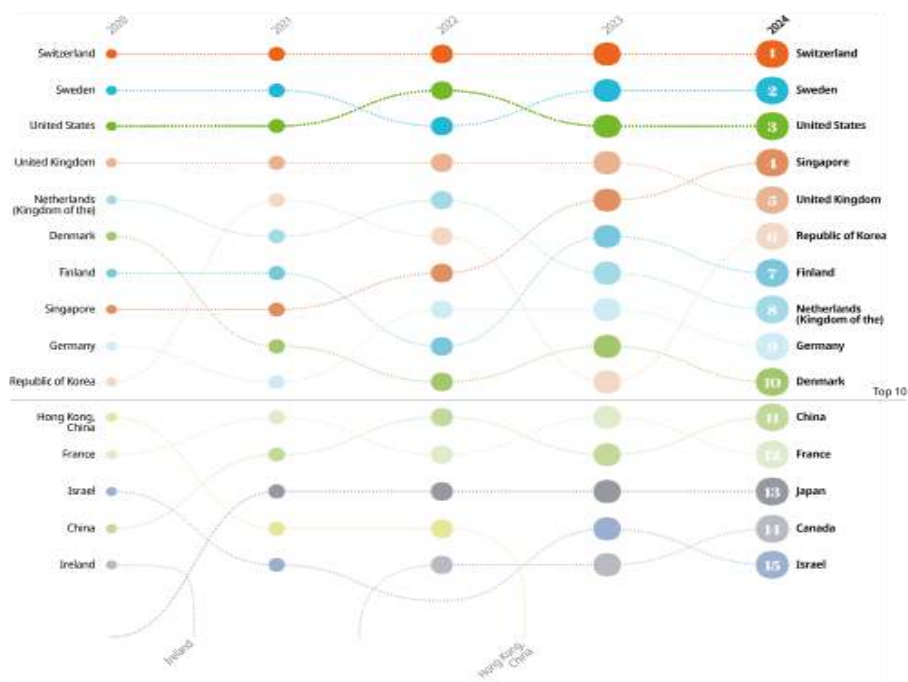


Рис. 1 Країни з найвищим рейтингом за Глобальним інноваційним індексом у 2020–2024 р.р.

Японія міцно залишається на 13-му місці – позиції, яку вона утримує з 2021 року. Канада повертається, піднявшись на 14 -ту позицію, що є її найкращим показником з 2014 року. Вона посідає найвищий рейтинг у світі за кількістю одержувачів венчурного капіталу (ВК) (1-ше місце) та угод про спільні

підприємства/стратегічні альянси (1-ше місце). Вона також посідає чільні місця за якістю своїх університетів (4 -те місце) та впливом своїх наукових публікацій (Н-індекс – 4-те місце).

Ірландія (19-те місце) та Люксембург (20-те місце) входять до першої двадцятки, піднявшись на три та одну позиції відповідно. Частково під впливом сильної присутності іноземних транснаціональних корпорацій у сфері ІКТ, Ірландія посідає перше місце у світі за експортом послуг ІКТ (1-ше місце) та платежами за інтелектуальну власність (1-ше місце), а також входить до трійки лідерів за інтенсивністю використання нематеріальних активів (2-ге місце).

Австралія (23-тє місце) та Нова Зеландія (25-те місце) також продовжують підніматися в рейтингу серед 25 найкращих. Австралія вирізняється якістю своїх університетів (3-тє місце), впливом наукових публікацій (6-те місце) та наукоємною зайнятістю (9-те місце). Нова Зеландія входить до 25 найкращих з високими рейтингами в таких напрямках: Регуляторне середовище (5-те місце), Фірми, що пропонують формальне навчання (5-те місце), та внутрішнє кредитування приватного сектору (9-те місце).

У табл.1 наведено рейтинги України за останні чотири роки. Наявність даних та зміни в структурі моделі GII впливають на щорічні порівняння рейтингів GII.

Таблиця 1. Рейтинг Global Innovation Index України (2020-2024)

Роки	Позиція GII	Інноваційні вкладення	Інноваційні результати
2020	45	71	37
2021	49	76	37
2022	57	75	48
2023	55	78	42
2024	60	78	54

У 2023 році Україна покращила свій рейтинг та посіла 55 позицію (у 2022 році посідала 57 позицію) в рейтингу Глобального Інноваційного Індексу (із 133 країн), а також посіла 34 місце серед 39 економік Європи. У 2024 році відбулося погіршення, Україна посіла 60 позицію із 133 країн та 34 позицію серед 39 економік Європи. Виділимо деякі складові рейтингу: регуляторне середовище – 106 позиція (– 31 позиція); бізнес середовище – 84 позиція (+ 15 позицій); людський капітал та дослідження – 54 позиція (– 7 позицій); освіта – 43 позиція (– 12 позицій); R&D – 69 позиція (– 1 позиція); інформаційно-комунікаційні технології – 56 позиція (+ 3 позиції); знання та результати наукових досліджень – 34 позиція (+ 11 позицій).

Отже, Глобальний індекс інновацій (Global Innovation Index) є цінним інструментом для оцінки та стимулювання інноваційного розвитку, який дозволяє країнам визначати свої сильні та слабкі сторони, вчитися на досвіді лідерів та розробляти ефективні стратегії для досягнення сталого економічного зростання та вирішення глобальних проблем.

Список використаних джерел

1. Всесвітня організація інтелектуальної власності (ВОІВ). <https://www.wipo.int/gii-ranking/en/ukraine>
2. Антощенкова В.В. Організаційно-економічний механізм інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, Сер. Економічні науки. 2021. №2 Том. 1. С. 161-170.

УДК 65.012:658.14:330.322

СУТНІСТЬ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Гапанюк М.Д., здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),
Антощенкова В.В. д.е.н. професор

Державний біотехнологічний університет

У роботі розкрито сутність інноваційної діяльності, як ключового фактору конкурентоспроможності та сталого розвитку підприємства.

Інноваційна діяльність підприємства є ключовим фактором забезпечення його конкурентоспроможності та сталого розвитку в умовах швидких технологічних змін і високої конкуренції. Це передбачає систематичне впровадження нововведень, що охоплюють різні аспекти діяльності підприємства, від розробки нових продуктів і послуг до удосконалення виробничих процесів і методів управління [1].

Таблиця 1. Основні теоретичні аспекти інноваційної діяльності

Види	Характеристика
Сутність інноваційної діяльності	Інноваційна діяльність включає в себе дії, спрямовані на створення, впровадження та поширення інновацій, що сприяють підвищенню ефективності діяльності підприємства та його адаптації до змін ринкового середовища. Важливими елементами є мотивація до інновацій та здатність до інноваційної поведінки.
Об'єкти управління інноваційною діяльністю	До них належать організаційно-технологічні, економічні та соціальні аспекти, що визначають напрями та методи управління інноваційним розвитком підприємства. Управління інноваціями має враховувати сучасні тенденції та виклики ринку.
Механізми управління інноваційною діяльністю	Підвищення обізнаності та оновлення концепцій управління. Забезпечення координації між різними командами та підрозділами підприємства. Впровадження стратегій управління талантами, орієнтованих на інновації.
Оцінка інноваційної діяльності	Для ефективного управління інноваційною діяльністю необхідна систематична оцінка її результатів. Це дозволяє виявити сильні та слабкі сторони інноваційного процесу та вчасно коригувати стратегію. Використання збалансованої системи показників (Balanced Scorecard) для моделювання інноваційних шляхів підприємств.
Роль	Важливим аспектом є застосування систем управління людськими ресурсами

людських ресурсів	(HRM) для підтримки інноваційної діяльності, особливо в іноземних малих і середніх підприємствах (МСП). HRM-практики, орієнтовані на залучення працівників, співпрацю та навчання, сприяють підвищенню інноваційної активності.
Вплив цифрових технологій	Цифровізація відіграє ключову роль у стимулюванні інновацій, надаючи підприємствам нові можливості для розробки продуктів, оптимізації операцій та покращення взаємодії з клієнтами. Підприємства, які ефективно використовують цифрові технології, демонструють кращі показники інноваційної діяльності.

Інноваційна діяльність підприємств тісно пов'язана з функціонуванням економіки держави і тому повинна враховувати відповідні законодавчі та інші нормативно-правові акти. Інноваційна діяльність висвітлена в наступних актах: Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки та інноваційної діяльності» [3]; Закон України «Про інвестиційну діяльність» ; Закон України «Про інноваційну діяльність» [4]; акти, що регулюють різноманітні внутрішньо-економічні відносини і передбачають здійснення інноваційної діяльності у сферах підприємницької, фінансової, науково-технічної, інформаційної та іншої економічної діяльності; акти, які регулюють зовнішньоекономічні відносини та іноземне інвестування тощо. Згідно Закону України «Про інноваційну діяльність», інноваційна діяльність – діяльність, що спрямована на використання і комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок і зумовлює випуск на ринок нових конкурентоздатних товарів і послуг [4]. Управління інноваційною діяльністю вимагає комплексного підходу, який враховує як стратегічні, так і операційні аспекти, а також забезпечує залучення всіх зацікавлених сторін.

На інноваційну діяльність підприємства впливають різноманітні фактори, які можна класифікувати за кількома категоріями (табл.2).

Таблиця 2. Фактори впливу на інноваційну діяльність

Фактори	Характеристика
Технологічний рівень	Включає диверсифікацію технологій та продуктів, що сприяє розширенню можливостей для інновацій
Організаційний рівень	Підтримка обміну знаннями та досвідом всередині організації є критично важливим фактором
Індивідуальний рівень	Компетентність працівників та лідерство сприяють генеруванню та реалізації інноваційних ідей.
Зовнішнє середовище	Інтеграція із зовнішніми партнерами та інтенсивність співпраці з ними забезпечують доступ до нових ресурсів та знань
Фінансові ресурси	Наявність достатніх фінансових ресурсів є необхідною умовою для підтримки інноваційних проєктів. Фінансовий розвиток та лібералізація процентних ставок можуть позитивно впливати на інноваційну діяльність.
Інноваційний клімат	Сприятливе середовище для інновацій, що включає підтримку з боку держави, захист інтелектуальної власності та толерантність до ризику, стимулює інноваційну активність

Отже, інноваційна діяльність є ключовим фактором успіху сучасного підприємства, що вимагає постійної уваги, стратегічного планування та

активного впровадження нових ідей та технологій. Вона є рушійною силою конкурентоспроможності, що дозволяє підприємствам адаптуватися до мінливих умов ринку, задовольняти потреби споживачів та отримувати стійкі конкурентні переваги. Ефективна інноваційна діяльність вимагає не лише значних фінансових ресурсів та кваліфікованого персоналу, а й створення сприятливого організаційного середовища, підтримки з боку держави та стратегічного підходу до управління інноваційним процесом.

Список використаних джерел

1. Онегіна В.М., Антощенкова В.В. Дифузія інновацій в аграрному бізнесі в Україні. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2021. № 3. С. 49-55.
2. Онегіна В.М., Антощенкова В.В. Основи глобальної продовольчої безпеки. «Духовність особистості: методологія, теорія і практика». Volume 1 2022. С.140-149. DOI: <https://doi.org/10.33216/2220-6310-2022-103-1-6-140-149>
3. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки та інноваційної діяльності» від 21.12.2023 р. № 3534-IX. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3534-IX#Text>
4. Закон України «Про інноваційну діяльність» від 04.07.2002 р. № 40-IV (з чинними змінами та доповненнями). Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.

УДК 338.24

ОСНОВНІ НАПРЯМИ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

**Денисенко А.А. здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),
Антощенкова В.В. д.е.н. професор**

Державний біотехнологічний університет

У роботі досліджено роль соціальної відповідальності суб'єктів господарювання України в умовах воєнного стану. Проаналізовано основні напрями СВСТ, включаючи підтримку Збройних Сил України.

Соціальна відповідальність суб'єктів господарювання в Україні набула особливої ваги в умовах воєнного стану. Вона трансформувалася з добровільної ініціативи в нагальну потребу, визначаючи стійкість бізнесу та його внесок у підтримку суспільства. Основні напрями соціальної відповідальності суб'єктів господарювання в умовах воєнного стану: підтримка Збройних Сил України (ЗСУ) та територіальної оборони; гуманітарна допомога населенню; підтримка економіки України; інформаційна підтримка.

Соціальна відповідальність суб'єктів господарювання (СВСТ) – це концепція, згідно з якою підприємства добровільно інтегрують соціальні та екологічні аспекти у свою діяльність та взаємодію з зацікавленими сторонами (працівники, акціонери/інвестори, клієнти/споживачі, постачальники, місцеві громади, державні органи, неурядові організації, засоби масової інформації). Це виходить за рамки юридичних зобов'язань і передбачає, що компанії беруть на

себе відповідальність за вплив своєї діяльності на суспільство, навколишнє середовище та економіку [1]. В табл. 1. визначено особливості соціальної відповідальності суб'єктів господарювання в умовах воєнного стану.

Таблиця 1. Особливості соціальної відповідальності в умовах воєнного стану

Оперативність та гнучкість	Швидке реагування на потреби суспільства, адаптація програм соціальної відповідальності до нових викликів.
Прозорість та підзвітність	Забезпечення прозорості використання коштів, надання звітності про результати соціальних ініціатив.
Координація зусиль	Співпраця з державними органами, громадськими організаціями, іншими підприємствами для більш ефективної допомоги.
Інноваційність	Пошук нових, креативних рішень для підтримки суспільства.
Стійкість	Забезпечення стійкості бізнесу, щоб мати можливість продовжувати підтримку суспільства в довгостроковій перспективі.

Соціальна відповідальність – це важливий елемент сучасного бізнесу, який дозволяє компаніям не лише отримувати прибуток, але й робити позитивний внесок у суспільство та навколишнє середовище. Це стратегічний підхід, який сприяє створенню стійкого, етичного та процвітаючого бізнесу. В табл. 2. подано основні напрями соціальної відповідальності суб'єктів господарювання в умовах воєнного стану.

Таблиця 2. Основні напрями соціальної відповідальності суб'єктів господарювання в умовах воєнного стану

Види підтримки	Характеристика	
Підтримка Збройних Сил України (ЗСУ) та територіальної оборони	Фінансова допомога	Перерахування коштів на рахунки ЗСУ, благодійних фондів, що займаються підтримкою армії.
	Матеріальна допомога	Забезпечення військових необхідним обладнанням, технікою, амуніцією, медикаментами, продуктами харчування.
	Логістична підтримка	Надання транспортних послуг, складських приміщень для потреб армії.
Підтримка працівників та їхніх родин:	Збереження робочих місць	Максимальне збереження робочих місць, навіть за умови тимчасового призупинення діяльності підприємства.
	Виплата заробітної плати	Своєчасна виплата заробітної плати, а за можливості – і премій, надбавок, додаткових виплат.
	Допомога працівникам-військовослужбовцям	Надання матеріальної допомоги працівникам, які мобілізовані до ЗСУ, їхнім родинам.
	Евакуація та релокація	Організація евакуації працівників та їхніх родин з небезпечних регіонів, допомога з релокацією підприємств у більш безпечні місця.
	Психологічна підтримка	Надання психологічної допомоги працівникам, які постраждали від війни.
Гуманітарна допомога населенню:	Забезпечення продуктами харчування, водою, одягом, предметами	Надання допомоги постраждалим від війни, внутрішньо переміщеним особам (ВПО), мешканцям деокупованих територій.

	першої необхідності	
	Медична допомога	Забезпечення медикаментами, обладнанням, надання медичних послуг.
	Відновлення інфраструктури	Участь у відновленні зруйнованих будівель, доріг, комунікацій.
	Допомога дитячим будинкам, лікарням, школам	Надання допомоги закладам, які потребують підтримки.
Підтримка економіки України:	Сплата податків	Своєчасна та повна сплата податків до державного бюджету.
	Відновлення виробництва	Відновлення виробництва на звільнених територіях, створення нових робочих місць.
	Підтримка малого та середнього бізнесу	Надання підтримки малим та середнім підприємствам, які постраждали від війни.
	Закупівля товарів та послуг в українських виробників	Підтримка українських виробників, сприяння розвитку внутрішнього ринку.
Інформаційна підтримка:	Поширення правдивої інформації про війну	Протидія дезінформації, поширення правдивої інформації про події в Україні.
	Підтримка української культури	Підтримка українських митців, культурних проєктів.
	Інформування міжнародної спільноти	Інформування міжнародної спільноти про потреби України, залучення міжнародної допомоги.

В умовах війни загострюється проблема збереження бізнесу, його ефективного функціонування заради відновлення ринкових позицій та поступового зростання. Актуалізується й значимість діяльності суб'єктів господарювання у сфері соціальної відповідальності, оскільки війна в Україні призвела до численних проблем функціонування соціальної сфери [2, с.90].

Визначимо основні аспекти соціальної відповідальності [3, с.8]. Економічний аспект, полягає в створенні робочих місць та забезпечення гідної оплати праці, сплаті податків та внеску у розвиток економіки, виробництві якісної та безпечної продукції/послуг, підтримці місцевих постачальників та партнерів, інновації та розвиток нових технологій.

Соціальний аспект полягає в дотриманні прав людини та трудових прав, забезпеченні безпечних та здорових умов праці, підтримці освіти та професійного розвитку працівників, інвестуванні у розвиток місцевих громад, благодійність та волонтерство, підтримка культурних та спортивних ініціатив.

Екологічний аспект полягає в зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище, раціональному використанні природних ресурсів, впровадженні екологічно чистих технологій, утилізації відходів та переробці матеріалів, зменшенні викидів парникових газів, збереженні біорізноманіття.

Етичний аспект полягає в дотриманні етичних норм ведення бізнесу, прозорості та чесності у відносинах з зацікавленими сторонами, боротьбі з корупцією та хабарництвом, захистом прав споживачів, управлінням ризиками та забезпеченням сталого розвитку.

Соціальна відповідальність є надзвичайно важливою для вирішення соціальних та екологічних проблем, покращення якості життя та забезпечення сталого розвитку, покращення репутації та іміджу компанії, підвищення лояльності клієнтів, залучення та утримання талановитих працівників, зменшення ризиків (соціально відповідальні компанії краще управляють ризиками, пов'язаними з екологічними, соціальними та етичними проблемами), підвищення прибутковості (дослідження показують, що соціально відповідальні компанії часто демонструють кращі фінансові результати).

Отже, соціальна відповідальність суб'єктів господарювання в умовах воєнного стану є критично важливою для підтримки України, її економіки та населення. Вона вимагає від бізнесу не лише фінансової допомоги, але й активної участі у вирішенні соціальних проблем, підтримки працівників та їхніх родин, відновлення інфраструктури та поширення правдивої інформації про війну. Підприємства, які демонструють високий рівень соціальної відповідальності, не лише допомагають Україні вистояти у важкі часи, але й зміцнюють свою репутацію, підвищують лояльність працівників та клієнтів, забезпечують стійкий розвиток у майбутньому.

Список використаних джерел

1. Антощенкова В., Семперович І. Основи глобального продовольчого забезпечення. Економіка та суспільство, (59). 2024. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-26>
2. Білецька І., Романчукевич М. (2022). Соціально відповідальна поведінка суб'єктів бізнесу на неокупованих територіях України в умовах війни: аспекти маркетингу і менеджменту. MODELING THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS, (2), 2022. 85–91. <https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-11>
3. Антощенкова В. В., Дейнега М. В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки: зб. наук. пр. Київ : КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6–14.

УДК 631.17.001.76

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК ЯК ЕКОНОМІЧНА НЕОБХІДНІСТЬ АГРАРНОГО БІЗНЕСУ

**Дейнега М.В. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Антощенкова В.В. д.е.н. професор**

Державний біотехнологічний університет

У роботі наводяться рекомендації щодо стимулювання технологічного розвитку аграрного сектора економіки, спрямовані на підвищення його конкурентоспроможності, забезпечення продовольчої безпеки та сталого розвитку аграрного бізнесу.

Аграрний сектор економіки є одним із ключових напрямів розвитку національного господарства України. У сучасних умовах його ефективно

функціонування неможливе без технологічного оновлення. Технологічний розвиток забезпечує підвищення продуктивності, раціональне використання ресурсів, зниження витрат та підвищення конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Серед основних напрямів технологічного розвитку в аграрному секторі варто виокремити: впровадження точного землеробства (GPS-навігація, моніторинг ґрунтів); автоматизація сільськогосподарських машин та використання агродронів; цифровізація процесів управління підприємствами (ERP-системи, хмарні платформи); біотехнології та нові сорти рослин, стійкі до змін клімату; інноваційні системи зрошення та економії водних ресурсів [1, с.8].

Серед основних напрямів технологічного розвитку в агробізнесі варто виділити: точне землеробство, автоматизація техніки, біотехнології, агродрони, системи моніторингу та аналітики.

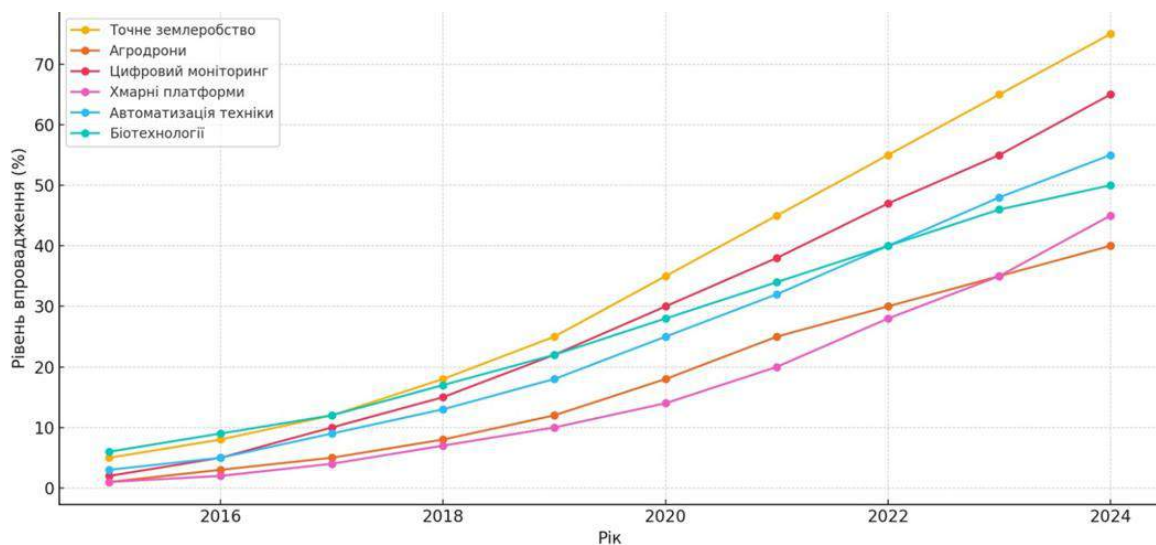


Рис. 1. Динаміка впровадження технологій в аграрному секторі України

Великі агрохолдинги, як-от «Кернел» чи IMC (Industrial Milk Company), активно впроваджують цифрові технології для підвищення ефективності виробництва та зниження витрат. Зокрема: GPS-навігація та автопілоти застосовуються для точного землеробства – це дозволяє економити паливе, насіння, добрива та зменшувати вплив людського фактора; дрони використовуються для моніторингу полів, аналізу стану посівів, виявлення шкідників або хвороб на ранніх стадіях. Це підвищує оперативність прийняття рішень; хмарні системи управління (наприклад, ERP-системи) дають змогу агрохолдингам в реальному часі контролювати всі процеси: від сівби до збору врожаю, зберігання, логістики та продажу [2, с.25].

Своєю чергою, стартапи, як SmartFarming, спрямовані на підтримку малих та середніх фермерських господарств. Вони пропонують: доступні цифрові рішення – аналіз ґрунтів, супутниковий моніторинг, прогнозування врожайності; консультаційні послуги щодо впровадження точного землеробства без великих капіталовкладень; мобільні застосунки та онлайн-платформи для зручного доступу до агроаналітики, що раніше була доступна лише великим гравцям;

цифровізація сільського господарства в Україні сприяє оптимізації витрат, підвищенню врожайності та екологічності виробництва, а також відкриває нові можливості для малого та середнього бізнесу.



Рис. 2. Умовний розподіл інвестицій у технології аграрного сектору

До проблем та викликів технологічної модернізації відносять: фінансову недоступність технологій, нестачу кваліфікованих кадрів, слабку інфраструктуру та низький рівень державної підтримки інновацій.

З організаційної точки зору, важливо дотримуватись певної послідовності: починати з аналізу потреб підприємства, оцінки доцільності інвестицій, планування процесу впровадження, навчання персоналу та регулярного аналізу ефективності нових рішень. Співпраця з ІТ-компаніями, використання грантів, участь у програмах міжнародної технічної допомоги можуть значно прискорити процес оновлення.

У перспективі технології штучного інтелекту, автономна техніка, супутниковий моніторинг та інтернет речей (IoT) мають стати стандартом для сучасного аграрного виробництва. Ці інструменти дозволять не лише підвищити ефективність, а й зменшити екологічний слід, зробити виробництво стійкішим до змін клімату та глобальних криз. Для ефективного стимулювання технологічного розвитку аграрного сектора економіки необхідно впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на створення сприятливого середовища для інновацій, підтримку наукових досліджень, забезпечення доступу до фінансування та підвищення кваліфікації аграріїв [3, с.15].

Державна підтримка та регулювання: розробка та реалізація національної стратегії технологічного розвитку аграрного сектора: Стратегія повинна визначати пріоритетні напрями технологічного розвитку, цільові показники та механізми їх досягнення; фінансування наукових досліджень та розробок (НДДКР): Збільшення обсягів державного фінансування НДДКР в аграрній сфері, зокрема у галузях точного землеробства, біотехнологій, автоматизації та

цифрових технологій; створення сприятливого регуляторного середовища: Спрощення процедур реєстрації та ліцензування нових технологій, забезпечення захисту інтелектуальної власності, гармонізація національних стандартів з міжнародними; надання грантів та субсидій аграрним підприємствам: Запровадження програм підтримки аграрних підприємств, що впроваджують інноваційні технології, зокрема, шляхом надання грантів на придбання сучасного обладнання, субсидій на впровадження точного землеробства та цифрових рішень; стимулювання державно-приватного партнерства: Залучення приватного капіталу до фінансування наукових досліджень та впровадження інноваційних технологій в аграрному секторі.

Розвиток інфраструктури та доступу до інформації: розвиток широкопasmового інтернету в сільській місцевості: Забезпечення доступу до високошвидкісного інтернету для всіх аграрних підприємств, що є необхідною умовою для впровадження цифрових технологій; створення аграрних інноваційних кластерів: Формування регіональних кластерів, що об'єднують наукові установи, аграрні підприємства, виробників обладнання та інші зацікавлені сторони для спільної розробки та впровадження інновацій; створення інформаційних платформ та баз даних: Забезпечення аграріїв доступом до інформації про сучасні технології, кращі практики, ринкові тенденції та державні програми підтримки; підтримка консультаційних послуг: Надання аграріям консультаційних послуг з питань впровадження інноваційних технологій, управління ризиками та ведення бізнесу.

Підвищення кваліфікації та навчання: реформування аграрної освіти: Оновлення навчальних програм в аграрних навчальних закладах з урахуванням сучасних технологічних трендів, забезпечення практичної підготовки студентів на базі передових аграрних підприємств; організація курсів підвищення кваліфікації та перепідготовки аграріїв: Проведення навчальних курсів та семінарів для аграріїв з питань впровадження точного землеробства, цифрових технологій, біотехнологій та інших інноваційних рішень; підтримка обміну досвідом та міжнародного співробітництва: Організація візитів на передові аграрні підприємства за кордоном, залучення іноземних експертів для проведення навчальних заходів, участь у міжнародних виставках та конференціях; створення онлайн-платформ для навчання та обміну досвідом: Розробка онлайн-платформ, що дозволяють аграріям отримувати доступ до навчальних матеріалів, консультацій експертів та обмінюватися досвідом з іншими фермерами.

Залучення інвестицій та фінансування: створення сприятливого інвестиційного клімату: Забезпечення стабільності законодавства, захист прав інвесторів, спрощення процедур отримання дозволів та ліцензій; залучення венчурного капіталу (створення фондів венчурного капіталу, що інвестують в інноваційні аграрні стартапи); розширення доступу до кредитів (спрощення процедур отримання кредитів для аграрних підприємств, зниження процентних ставок, надання державних гарантій); стимулювання лізингу сільськогосподарської техніки (надання пільгових умов лізингу

сільськогосподарської техніки, що дозволяє аграріям оновлювати машинно-тракторний парк без значних капітальних витрат).

Моніторинг та оцінка: розробка системи моніторингу та оцінки ефективності заходів щодо стимулювання технологічного розвитку аграрного сектора (збір та аналіз даних про впровадження інноваційних технологій, їх вплив на продуктивність, ефективність та екологічну стійкість аграрного виробництва); регулярний перегляд та коригування стратегії технологічного розвитку (на основі результатів моніторингу та оцінки необхідно регулярно переглядати та коригувати стратегію технологічного розвитку, враховуючи зміни в технологіях, ринкових умовах та потребах аграріїв).

Отже, технологічний розвиток аграрного сектора економіки – це не просто тренд, а необхідна умова збереження та зміцнення продовольчої безпеки України. Від того, наскільки швидко і якісно агробізнес адаптується до сучасних викликів, залежатиме економічне зростання держави. Реалізація поданих рекомендацій дозволить створити сприятливі умови для технологічного розвитку аграрного сектора економіки, підвищити його конкурентоспроможність, забезпечити продовольчу безпеку та сталий розвиток сільських територій.

Список використаних джерел

1. Антощенкова В. В., Дейнега М. В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки : зб. наук. пр. / Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана. Київ : КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6–14.
2. Антощенкова В. В., Дейнега М. В. Політика сталого розвитку і корпоративної соціальної відповідальності компанії Кернел. VII Міжнародна науково-практична конференція «Управління розвитком соціально-економічних систем». Харків: Державний біотехнологічний університет, 2023. С.26-30.
3. Антощенкова В. В., Дейнега М. В. Соціальна відповідальність українського агробізнесу в умовах війни. STUDIA SLOBOZHANICA. Матеріали всеукраїнської науково-методичної конференції «Слобожанський гуманітарій - 2023». Харків: ДБТУ, 2023. С. 12-19.

УДК 631.17.001.76

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК АГРАРНОГО СЕКТОРА ЕКОНОМІКИ

**Глянь Т.І. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Антощенкова В. В. д.е.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

У роботі досліджується роль технологічного розвитку в модернізації аграрного сектора економіки. Розглядаються ключові технологічні тренди, що впливають на сільське господарство, зокрема точне землеробство, біотехнології, автоматизація, роботизація та цифровізація.

Аграрний сектор економіки є однією з найважливіших складових

господарства України. Завдяки родючим чорноземам, сприятливому клімату та вигідному географічному положенню, Україна має значний потенціал у сфері сільського господарства. Проте у сучасних умовах ефективність аграрного виробництва все більше залежить не тільки від природних факторів, але й від рівня технологічного розвитку.

Інноваційні технології стали потужним каталізатором трансформації сільського господарства. Вони дозволяють не лише збільшити обсяги виробництва, а й зробити його більш точним, екологічно безпечним та економічно ефективним. У цій роботі розглянемо основні напрями технологічного розвитку аграрного сектору, його економічний і соціальний вплив, а також виклики, що стоять перед впровадженням новітніх технологій.

Сучасні виклики, зокрема кліматичні зміни, виснаження ґрунтів, глобальна конкуренція та потреба у продовольчій безпеці, змушують сільське господарство активно модернізуватись. Технологічний розвиток є відповіддю на ці виклики. Йдеться не лише про механізацію ручної праці, а про глибоку цифрову трансформацію: впровадження інформаційних технологій, автоматизації процесів, точного землеробства, біотехнологій та екологічно сталих практик. Висока ефективність використання ресурсів, зниження витрат на добрива і паливо, підвищення врожайності — усе це можливе лише за умов інтеграції новітніх технологій. Таким чином, технологічний розвиток стає вирішальним чинником конкурентоспроможності українського агробізнесу.

До основних напрямів технологічного розвитку аграрного сектору варто віднести [1, с.294]:

Точне землеробство (Precision Farming) базується на аналізі даних з використанням GPS-навігації, супутникового моніторингу, сенсорів та аграрного програмного забезпечення. Воно дозволяє фермеру бачити, де і скільки потрібно внести добрив, поливної води чи засобів захисту рослин. У результаті – менші витрати, менше шкоди екосистемі та більша ефективність.

Автоматизація та роботизація. Значну роль у сучасному агросекторі відіграють високотехнологічні машини: автономні трактори, роботи-збирачі, дрони-обприскувачі. Завдяки автоматизації зменшується потреба у ручній праці, особливо у виснажливих або небезпечних роботах. Також підвищується швидкість і точність виконання сільськогосподарських операцій.

Використання дронів та супутників. Аграрні дрони використовуються для аерофотозйомки, оцінки стану рослин, моніторингу вологості у ґрунті, внесення пестицидів. Це суттєво скорочує витрати та мінімізує людський фактор. Супутникові знімки дають можливість аграріям швидко реагувати на зміни у стані полів – виявляти осередки посухи, шкідників чи хвороб.

Біотехнології та агроекологія. В межах біотехнологічного напрямку активно розробляються сорти рослин, стійкі до змін клімату, шкідників, хвороб. Використання біопрепаратів, мікроорганізмів, органічних добрив замість хімічних дозволяє вести господарство більш екологічно безпечно.

Інтернет речей (IoT) в аграрній сфері. Сенсори, встановлені у полі чи на техніці, передають інформацію у реальному часі: температура повітря, вологість,

кислотність ґрунту тощо. На основі цих даних можна дистанційно контролювати стан посівів і приймати точні рішення. В табл.1 проаналізовано чинники економічного і соціального впливу технологій.

Таблиця 1. Економічний і соціальний вплив технологій

Чинники	Пояснення
Соціальний ефект	Зміна структури зайнятості – менша потреба у некваліфікованій праці, більший попит на інженерів, ІТ-фахівців, агрономів. Покращення якості життя в сільській місцевості – розвиток цифрової інфраструктури, зростання доходів фермерів.
Економічний ефект	Зростання врожайності – завдяки точному внесенню добрив та контролю шкідників; зниження витрат – на паливо, воду, агрохімію; підвищення прибутковості – оптимізація використання ресурсів.

Попри вражаючі перспективи, існує низка проблем на шляху технологічної модернізації: висока вартість технологій – новітні рішення недоступні для дрібних фермерів без кредитування чи державної підтримки; недостатній рівень освіти – багатьом аграріям бракує навичок для роботи з цифровими системами; погана інфраструктура – нестача інтернет-покриття в сільській місцевості обмежує впровадження технологій. Для розв'язання цих проблем потрібна цілеспрямована державна політика, навчальні програми, субсидії на закупівлю техніки, а також публічно-приватне партнерство [2, с.145].

Отже, технологічний розвиток аграрного сектору є ключем до збереження продовольчої безпеки, екологічного балансу та економічного зростання. Україна має всі шанси стати лідером у сфері агроінновацій, якщо зможе ефективно впровадити сучасні технології на всіх рівнях агровиробництва – від дрібного фермера до великих агрохолдингів. Роль держави, освітніх установ і самих аграріїв у цьому процесі є визначальною. Тільки спільними зусиллями можна забезпечити справжній прорив у технологічному розвитку українського села.

Список використаних джерел

1. Антощенкова В. В., Глянь Т.І. Історичний аспект сталого розвитку в умовах глобалізації. Економічний аналіз. 2024. Том 34. № 1. С. 291-298.
2. Онегіна В.М., Антощенкова В.В. Основи глобальної продовольчої безпеки. «Духовність особистості: методологія, теорія і практика». Volume 1 2022. С.140-149. DOI: <https://doi.org/10.33216/2220-6310-2022-103-1-6-140-149>.

УДК 346.26

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АТ «УКРАЇНСЬКІ ЕНЕРГЕТИЧНІ МАШИНИ» В УМОВАХ ВОЄННИХ ДІЙ

**Алефіренко А.А. здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),
Антощенкова В.В. д.е.н. професор**

Державний біотехнологічний університет

У роботі досліджено ключові аспекти господарської діяльності акціонерного товариства «Українські енергетичні машини» та вплив воєнних дій на діяльність товариства.

Господарська діяльність суб'єктів господарювання – це діяльність, що здійснюється суб'єктами господарювання (тобто, юридичними особами, фізичними особами-підприємцями та іншими визначеними законом суб'єктами) з метою отримання прибутку або досягнення інших економічних чи соціальних результатів. Вона включає в себе виробництво, реалізацію, придбання товарів, виконання робіт, надання послуг, а також інші види діяльності, спрямовані на задоволення потреб споживачів та отримання доходу. Простіше кажучи, це будь-яка економічна активність, яку здійснює підприємство чи підприємець, щоб заробити гроші або досягти інших цілей, пов'язаних з економічним розвитком.

Війна має руйнівний вплив на господарську діяльність суб'єктів господарювання, що проявляється у багатьох аспектах [1, с.10]:

Руйнування інфраструктури: бойові дії призводять до знищення виробничих потужностей, транспортних шляхів, складських приміщень, енергетичної інфраструктури та інших об'єктів, необхідних для ведення бізнесу.

Перебої в постачанні: війна порушує логістичні ланцюги, ускладнює або унеможливорює постачання сировини, матеріалів, комплектуючих та готової продукції.

Втрата ринків збуту: воєнні дії можуть призвести до закриття внутрішніх ринків, обмеження експортних можливостей та втрати клієнтів.

Відтік кадрів: війна змушує людей покидати свої домівки, що призводить до дефіциту робочої сили, особливо кваліфікованих працівників.

Зростання ризиків: воєнні дії підвищують ризики для бізнесу, включаючи ризик втрати майна, пошкодження обладнання, невиконання контрактів та інші.

Фінансові труднощі: війна призводить до зниження доходів, збільшення витрат, ускладнення доступу до фінансування та зростання заборгованості.

Зміна регуляторного середовища: в умовах війни уряд може вводити нові правила та обмеження, які ускладнюють ведення бізнесу.

Психологічний вплив: війна створює атмосферу невизначеності та страху, що негативно впливає на мотивацію працівників та інвестиційні рішення.

АТ «Українські енергетичні машини» [2] («Турбоатом» до 2021 року) – українське турбінобудівне підприємство, одне з найбільших у світі. Основними цілями діяльності Товариства є: максимізація добробуту акціонерів за рахунок зростання ринкової вартості акцій, а також отримання акціонерами дивідендів;

задоволення суспільних потреб народного господарства України і громадян в продукції Товариства з високими споживчими якостями при мінімальних затратах, одержання прибутку і забезпечення на цій основі зростання добробуту акціонерів Товариства. Війна чинить руйнівний вплив на діяльність АТ «Українські енергетичні машини». Підприємство зіткнулося зі значними фізичними пошкодженнями, зривом виробничих процесів, фінансовими труднощами та проблемами з персоналом. Для виживання та відновлення УЕМ необхідно переорієнтувати свою діяльність, шукати нові ринки збуту, залучати іноземні інвестиції та співпрацювати з міжнародними партнерами. Важливим фактором є також підтримка з боку держави. В табл. 1. визначено ключові аспекти господарської діяльності АТ «Українські енергетичні машини».

Таблиця 1. Ключові аспекти господарської діяльності АТ «Українські енергетичні машини»

Аспекти	Характеристика
Орієнтація на енергетичний сектор	Основний ринок збуту – енергетичні компанії, що експлуатують ТЕС, АЕС та ГЕС.
Високий рівень технологій	Виробництво складного та високотехнологічного обладнання.
Індивідуальний підхід до замовників	Розробка та виробництво обладнання за індивідуальними технічними вимогами замовників.
Сервісна підтримка	Надання повного спектру послуг з сервісного обслуговування виробленого обладнання.
Конкуренція на світовому ринку	Конкуренція з провідними світовими виробниками енергетичного обладнання, такими як Siemens, General Electric, Alstom (тепер GE).
Залежність від державних замовлень	Значна частина замовлень надходить від державних енергетичних компаній.
Вплив воєнних дій	Війна в Україні суттєво вплинула на діяльність підприємства, зокрема, через руйнування інфраструктури, перебої з постачанням матеріалів та комплектуючих, а також мобілізацію працівників.

АТ «Українські енергетичні машини» здійснює повний цикл виробництва: проєктування, виготовлення, постачання, налагодження та фірмове обслуговування турбінного устаткування для всіх типів електростанцій [3, с.230]. Господарська діяльність Товариства зосереджена на виробництві та постачанні обладнання для енергетичної галузі, зокрема: виробництво турбін (парові турбіни для теплових електростанцій (ТЕС) та атомних електростанцій (АЕС), гідравлічні турбіни для гідроелектростанцій (ГЕС) та гідроакумуючих електростанцій (ГАЕС), газові турбіни (менш значний напрям)); виробництво генераторів (турбогенератори для парових турбін, гідрогенератори для гідравлічних турбін); виробництво допоміжного обладнання (конденсатори, підігрівачі високого та низького тиску, системи регулювання та управління турбінами, інше обладнання для енергетичних установок); модернізація та реконструкція енергетичного обладнання (проведення робіт з модернізації та реконструкції турбін та генераторів на діючих електростанціях, підвищення ефективності та надійності енергетичного обладнання, продовження терміну служби енергетичного обладнання); сервісне обслуговування (гарантійне та післягарантійне обслуговування виробленого обладнання, ремонт та діагностика

турбін та генераторів, постачання запасних частин та комплектуючих); науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) (розробка нових типів турбін та генераторів, удосконалення існуючих конструкцій, впровадження нових технологій у виробництво енергетичного обладнання); експортна діяльність (постачання турбінного обладнання на експорт, надання послуг з модернізації та сервісного обслуговування за кордоном).

Вплив воєнних дій на діяльність АТ «Українські енергетичні машини» (УЕМ) є значним і багатограним. Визначимо основні аспекти:

Руйнування виробничих потужностей: хоча точна інформація про руйнування на території підприємства обмежена з міркувань безпеки, існує ризик пошкодження цехів, обладнання та інфраструктури внаслідок ракетних обстрілів та інших воєнних дій.

Пошкодження логістичної інфраструктури: руйнування доріг, мостів та залізничних колій ускладнює доставку матеріалів та комплектуючих на підприємство, а також відправку готової продукції замовникам.

Перебої з постачанням: війна порушила ланцюги постачання матеріалів, комплектуючих та енергоносіїв, необхідних для виробництва. Це може призвести до затримок у виконанні замовлень та збільшення собівартості продукції.

Нестача кваліфікованої робочої сили: мобілізація працівників до ЗСУ призвела до нестачі кваліфікованих робітників на підприємстві. Це може негативно вплинути на обсяги виробництва та якість продукції.

Проблеми з енергопостачанням: перебої з електропостачанням, спричинені обстрілами енергетичної інфраструктури, можуть призвести до зупинки виробництва.

Обмеження на виробництво: воєнний стан може накладати обмеження на певні види виробничої діяльності з міркувань безпеки.

Зменшення обсягу замовлень: війна призвела до зменшення інвестицій в енергетичний сектор, як в Україні, так і за кордоном, що може призвести до скорочення замовлень на продукцію УЕМ.

Зростання собівартості: збільшення цін на матеріали, енергоносії та транспортні послуги призводить до зростання собівартості продукції.

Проблеми з оплатою: замовники можуть мати труднощі з оплатою виконаних замовлень через фінансові проблеми, спричинені війною.

Курсові ризики: коливання курсу гривні до іноземних валют можуть негативно вплинути на фінансові результати експортно-імпортних операцій.

Мобілізація: багато працівників УЕМ були мобілізовані до Збройних Сил України.

Евакуація: частина працівників була евакуйована з Харкова та інших міст, що знаходяться під обстрілами.

Психологічний вплив: війна чинить значний психологічний вплив на працівників, що може негативно позначитися на їхній продуктивності та емоційному стані.

Безпека: забезпечення безпеки працівників на робочих місцях є

пріоритетним завданням в умовах воєнного стану.

Виконання оборонних замовлень: підприємство може бути залучене до виконання оборонних замовлень, таких як виробництво або ремонт військової техніки.

Участь у відновленні енергетичної інфраструктури: УЕМ бере участь у відновленні енергетичних об'єктів, пошкоджених внаслідок воєнних дій.

Гуманітарна допомога: підприємство може надавати гуманітарну допомогу постраждалим від війни.

Пошук нових ринків збуту: УЕМ може шукати нові ринки збуту своєї продукції за кордоном, щоб компенсувати втрати на внутрішньому ринку.

Залучення іноземних інвестицій: підприємство може залучати іноземні інвестиції для відновлення виробництва та модернізації обладнання.

Співпраця з іноземними партнерами: УЕМ може співпрацювати з іноземними партнерами для розробки та впровадження нових технологій.

Отже, війна створює надзвичайно складні умови для господарської діяльності суб'єктів господарювання, що вимагають від них адаптації, гнучкості та пошуку нових можливостей для виживання та відновлення. Війна чинить руйнівний вплив на діяльність АТ «Українські енергетичні машини». Підприємство зіткнулося зі значними фізичними пошкодженнями, зривом виробничих процесів, фінансовими труднощами та проблемами з персоналом. Для виживання та відновлення УЕМ необхідно переорієнтувати свою діяльність, шукати нові ринки збуту, залучати іноземні інвестиції та співпрацювати з міжнародними партнерами. Важливим фактором є також підтримка з боку держави. В умовах воєнного стану АТ «Українські енергетичні машини» зіткнулося зі значними викликами, але продовжує працювати, виконуючи важливі замовлення для енергетичної галузі України. Перспективи розвитку підприємства пов'язані з: відновленням та модернізацією енергетичної інфраструктури України після війни; підвищенням енергоефективності та впровадженням нових технологій; розширенням експортних можливостей; диверсифікацією виробництва та освоєнням нових видів продукції.

Список використаних джерел

1. Антощенко В. В., Дейнега М. В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана ; [редкол.: О. Яценко (голов. ред.) та ін.]. Київ : КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6–14.

2. Офіційний веб-сайт АТ «Укренергомашини» URL: <https://ukrenergymachines.com/company>

3. Гамова О. В. Ефективність функціонування підприємств машинобудівної галузі України як передумова формування конкурентних переваг в сучасних умовах. Вісник Хмельницького національного університету. 2020. № 1. С. 227-233. URL: DOI: 10.31891/2307-5740-2020-278-1-39.

4. Антощенко В. В., Глянь Т.І. Історичний аспект сталого розвитку в умовах глобалізації. Економічний аналіз. 2024. Том 34. № 1. С. 291-298.

УДК 631.15

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИХ ЛІНІЙ ОБРОБКИ ЗЕРНА ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРОПІДПРИЄМСТВ

Галич І.В. – к.т.н, Рева Ю.В., Лук'яненко О.В. аспіранти

Державний біотехнологічний університет

The theses analyze the economic aspects of improving post-harvest grain processing lines in agriculture. Particular attention is paid to automation, optimization of resource use, and the growing role of digital technologies.

Післязбиральна обробка зерна є одним із найважливіших етапів у ланцюгу аграрного виробництва, що безпосередньо впливає на якість, збереження та товарну вартість продукції. З огляду на сучасні виклики енергетичної кризи, кадрового дефіциту та зростання витрат на експлуатацію техніки, постає необхідність модернізації післязбиральних ліній з урахуванням економічної ефективності та надійності.

Традиційні системи очищення, сушіння та зберігання зерна потребують постійного контролю з боку оператора та часто не мають адаптивних механізмів, здатних підлаштовуватися під коливання вологості, засміченості або об'єму зернового потоку. У зв'язку з цим провідні виробники сільськогосподарського обладнання впроваджують автоматизовані системи керування, що дозволяють підвищити ефективність використання ресурсів і стабільність результатів обробки.

Серед перспективних рішень – використання сенсорних систем для моніторингу температури, вологості та щільності зерна. Дані, отримані в реальному часі, передаються в контролери, які автоматично регулюють параметри роботи вентиляторів, сепараторів та сушарок. Використання частотних перетворювачів дозволяє зменшити енергоспоживання до 25% без втрати якості обробки. За оцінками польових досліджень, такі рішення забезпечують зниження експлуатаційних витрат на 15–20%.

Ще одним важливим напрямом є мінімізація втрат продукції внаслідок неправильно налаштованого обладнання. У цьому контексті особливу роль відіграє впровадження цифрових платформ для візуалізації процесу обробки, що дозволяє керівникам господарств оперативно реагувати на зміни та оптимізувати виробничі потоки. Хоча використання елементів штучного інтелекту (AI) поки не є масовим явищем у малих господарствах, воно демонструє потенціал у прогнозуванні виходу готової продукції, формуванні оптимальних режимів очищення та попередженні аварійних ситуацій.

Економічний аналіз впровадження інтелектуальних систем керування показує, що для середнього господарства з річним обсягом обробки до 5000 тонн зерна, окупність витрат на автоматизацію настає впродовж 1,5–2 років. Додатковий економічний ефект створюється за рахунок зменшення кількості обслуговуючого персоналу, підвищення якості зерна та скорочення витрат на

ремонт обладнання. Водночас наявність відкритих стандартів для сумісності модулів дає можливість поступового оновлення існуючих ліній без повної заміни агрегатів.

Таким чином, інтелектуалізація післязбиральних ліній обробки є не лише технологічною необхідністю, а й економічно обґрунтованим напрямом модернізації агропромислового комплексу. У перспективі це дозволить підвищити продуктивність, стабільність і конкурентоспроможність українського зерновиробництва.

Список використаних джерел

1. García, L., Parra, L., Jiménez, J.M., Lloret, J. (2020). *IoT-based predictive maintenance in agricultural machinery*. *Sensors*, 20(15), 4361. <https://doi.org/10.3390/s20154361>
2. Klerkx, L., Jakku, E., Labarthe, P. (2019). *A review of smart farming technologies and their economic impact*. *Agricultural Systems*, 173, 303–315.
3. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., Bogaardt, M.J. (2017). *Big Data in Smart Farming – A review*. *Agricultural Systems*, 153, 69–80.
4. Zhang, Y., Wang, G., Zhao, Y. (2021). *Application of artificial intelligence in agricultural product quality grading*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 187, 106244.

УДК338.439:502.131.1:631(477)

БІЗНЕС-МОДЕЛІ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Мельник В.І., к. ек. н., доц., Лісецький В. О., к. т. н., доц., Ковратовський О.В., здобувач ВО

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Циркулярна економіка передбачає економічні моделі, спрямовані на максимальне використання ресурсів, мінімізацію відходів і зниження екологічного впливу виробничих процесів. В Україні, аграрне виробництво є однією з основних галузей економіки, проте його виробничі процеси часто супроводжуються значними екологічними проблемами, зокрема великими обсягами агропромислових відходів. Перехід до циркулярної економіки, або економіки замкнутого циклу, є інноваційною концепцією, яка спрямована на максимальне використання ресурсів, зниження відходів та збереження навколишнього середовища. Вона протистоїть традиційній лінійній економіці, яка передбачає «виробництво-споживання-відходи».

Основними аспектами необхідності запровадження циркулярної економіки на сьогодні можна визначити раціональне використання ресурсів та мінімізацію відходів. У контексті аграрного сектору України впровадження циркулярної економіки є вкрай актуальним завданням. Запровадження нових бізнес-моделей циркулярної економіки в аграрному секторі є необхідним кроком

для сталого розвитку країни.

Інноваційні бізнес-моделі передбачають ряд принципів, до яких належить принцип екодизайну, моделі ремонтування та повторного використання, відновлення та обміну продуктами, запобігання утворенню відходів.

Екодизайн передбачає створення продукції таким чином, щоб знизити її негативний вплив на навколишнє середовище протягом усього життєвого циклу. У сільському господарстві це включає розроблення техніки, яка використовує менше енергії та ресурсів, використання біорозкладних матеріалів та зменшення утворення відходів. Наприклад, ТОВ «Орій» в Україні від 2003 року займається виготовленням мінеральних та органо-мінеральних комплексних добрив з рослинних решток.

У аграрному секторі ремонтування та повторне використання є важливими аспектами циркулярної економіки. Для зменшення витрат на техніку та обладнання в аграрному виробництві зростає популярність моделей ремонтування, відновлення та модернізація старої техніки, зокрема тракторів та комбайнів. Так, АсконаАгро в Україні активно займається ремонтуванням сільськогосподарської техніки та її устаткування найпопулярніших світових брендів, що дозволяє продовжити термін служби дорогих машин і зменшити потребу в їх заміні.

Аграрний сектор в Україні також може використовувати бізнес-моделі обміну продуктами. Це може стосуватися не тільки обміну сільськогосподарською продукцією, а й технологіями, ресурсами чи знаннями. Наприклад, платформи обміну між фермерами можуть допомогти знизити витрати та зменшити відходи. Одним із прикладів є ініціатива AgroHub, яка з'єднує фермерів для обміну ресурсами та продуктами з метою зменшення витрат і покращення ефективності використання ресурсів.

Запобігання утворенню відходів є однією з головних задач циркулярної економіки. У сільському господарстві це може включати впровадження технологій, які дозволяють максимально використовувати всі частини рослин та тварин, зокрема переробка органічних відходів у добрива та біогаз. Ініціатива GreenAgro в Україні впроваджує технології для переробки органічних відходів сільськогосподарських підприємств в біогаз і компост, що дозволяє зменшити забруднення довкілля та підвищити ефективність використання ресурсів.

Інтеграція принципів циркулярної економіки в аграрний сектор України має великий потенціал для зростання, оскільки агропромисловий сектор є важливим драйвером економіки країни. Крім того, підтримка з боку держави, зокрема у вигляді субсидій для аграріїв, зацікавлених у впровадженні інноваційних технологій, може прискорити цей процес.

Отже, можна стверджувати, що активне впровадження екодизайну в аграрному секторі дозволить значно зменшити екологічний слід і підвищити ефективність використання ресурсів. Ремонтнування і повторне використання сільськогосподарської техніки дозволяють заощаджувати кошти та зменшувати відходи. Обмін ресурсами і продуктами між фермерами через спеціалізовані платформи знижує витрати і допомагає оптимізувати використання сировини.

Запобігання утворенню відходів через переробку органічних матеріалів у біогаз і компост є важливим напрямком для сталого розвитку аграрного сектору.

Список використаних джерел

1. AgroHub. URL: <https://agrohub.ua>
2. Виробництво біодобрив в Україні. URL: <http://ecoplant.ua/>
3. Ремонт та відновлення запчастин для сільгосподарської техніки. URL: <https://task-agro.com.ua/>
4. Зелені практики, компостування, зелені ініціативи в країнах Європи URL: <https://zerowaste.org.ua/2023/06/22/kompostuvannya-v-krayinah-yevropy/>
5. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
6. Гнап А., Кабанов О., Присяжнюк М., Гринько А. Басиста Я., Міронова Н. Огляд сучасної політики ЄС у сфері низьковуглецевої та циркулярної економіки. URL: <https://tapas.org.ua/wp-content/uploads/2024/02/Iurydychnyj-zvit.pdf>

НАУКОВЕ ВИДАННЯ
ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС В АПК
МАТЕРІАЛИ XX МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
21-22 травня 2025 року



Державний біотехнологічний університет
Факультет мехатроніки та інжинірингу

Матеріали публікуються у авторському варіанті

Відповідальний за випуск	Р. В. Антощенко
Редактор	І. В. Галич
Комп'ютерний набір та верстка:	Наукове товариство здобувачів вищої освіти факультету мехатроніки та інжинірингу

Формат 64x84 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.