МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Університет імені Альдо Моро в Барі (Італія)
Варшавський політехнічний університет (Польща)
Русенський університет імені Ангела Канчева (Болгарія)
Краківський сільськогосподарський університет
імені Гуго Коллонтая (Польща)
Латвійський університет природничих наук
і технологій (Латвія)
Інститут технології та наук про життя
у Фаленці (Польща)
Естонський університет природничих наук (Естонія)
Університет природничих наук у Познані (Польща)

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі

Матеріали
VI Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції 01-25 листопада 2024 р.

Запоріжжя, 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Університет імені Альдо Моро в Барі (Італія)
Варшавський політехнічний університет (Польща)
Русенський університет імені Ангела Канчева (Болгарія)
Краківський сільськогосподарський університет
імені Гуго Коллонтая (Польща)
Латвійський університет природничих наук і технологій (Латвія)
Інститут технології та наук про життя у Фаленці (Польща)
Естонський університет природничих наук (Естонія)
Університет природничих наук у Познані (Польща)

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі

Матеріали
VI Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
01-25 листопада 2024 р.

Запоріжжя
2024

УДК [631.17+62-52] (043)
Т 13

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали V Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Запоріжжя, 01-25 листопада 2024 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. – 314 с.

У збірнику представлені матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень щодо технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Збірник тез є частиною науково-дослідних тем Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» (номер держреєстрації 0121U110251), «Підвищення ефективності технологічних процесів і обладнання харчових виробництв і переробки сільськогосподарської продукції» (номер державної реєстрації НДР 0121U110201), «Розробка електротехнологічного комплексу і технічних засобів для підвищення якості паливно-мастильних матеріалів» (номер державної реєстрації НДР 0116U002723) та «Розробка технологій та апаратів для очищення та контролю від забруднення поливної води, робочих та мастильних рідин» (номер державної реєстрації НДР 0116U002743).

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських та переробних підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: *Кюрчев С.В.*, д.т.н., проф., ректор Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного; *Кюрчев В.М.*, д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, радник ректора ТДАТУ; *Надикто В.Т.*, д.т.н., проф., член- кореспондент НААН України, *Панченко А.І.*, д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ТДАТУ; *Скляр О.Г.*, к.т.н., проф., зав. кафедри «Експлуатації та технічного сервісу машин»; *Кувачов В.П.*, д.т.н., проф. кафедри «Експлуатації та технічного сервісу машин», декан механіко-технологічного факультету ТДАТУ; *Журавель Д.П.*, д.т.н., проф. кафедри «Експлуатації та технічного сервісу машин» ТДАТУ; *Скляр Р.В.*, к.т.н., доц. кафедри «Обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика», завідувачка відділу моніторингу якості освітньої діяльності ТДАТУ; *Ігнатьєв Є.І.*, к.т.н., ст. викл. кафедри «Експлуатації та технічного сервісу машин».

Адреси для листування:
69600, Україна, Запорізька обл., м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66
E-mail: ***tssapk@tsatu.edu.ua***
Сайт конференції: ***http://www.tsatu.edu.ua/tstt/conf/***

© Автори тез, включені до збірника, 2024
© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2024

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНИЙ СТАН, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ ВПРОВАДЖЕННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ……...…...…..13
Барабаш Г.І., Гузь О.І., Батюк Л.М.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

КОМБІНОВАНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ПОШАРОВОГО БЕЗВІДВАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ……...…..16
Дацюк Д.А.
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

ОФОРМЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ВИРОБІВ……..……...……..20
Дереза О.О., Плахотник І.Г.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

МЕХАТРОННІ ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СУМІШІ ВІДХОДІВ СОНЯШНИКА НА ОЛІЙНО-ЖИРОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ……..24
Бардадим О.В.[1], Сова Н.А.[1], Мельник М.М.[2]
[1]Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро
[2]ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ВІДХОДІВ НАСІННЄВОЇ СУМІШІ СОНЯШНИКУ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ….27
Кудрявцев І.М.[1], Кошулько В.С.[1], Мельник М.М.[2]
[1]Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро.
[2]ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро

ПОЛІПШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО В УМОВАХ АГРОПІДПРИЄМСТВ……..32
Скляр О.Г., Голубєв Р.М.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОМБІНОВАНОГО ДІЕЛЕКТРИЧНО-АЕРОДИНАМІЧНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ……..…...……..35
Шокарев О.О., Шокарев О.М.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ВИБІР КОРМОРОЗДАВАЧА-ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ФЕРМИ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ……..……..38
Дереза О.О., Дереза С.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

МЕХАТРОННІ КОМПЛЕКСИ, ВИЗНАЧЕННЯ, ЗАСТОСУВАННЯ……..42
Швець С.С., Калина В.С.
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

ПЕРСПЕКТИВА ЗБІЛЬШЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ЕЛЕКТРОКУЛЬТУРИ ……...…..45
Ахтемов С.Е., Ковальов О.О., Самойчук К.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

WAYS TO IMPROVE THE OPERATION PROCESS OF ROLLER-DIE PRESS-GRANULATORS……..……...…..48
Komar A.
Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university, Zaporizhzhia

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ……..…..51
Скляр О.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ВИМОГИ ДО ЗБИРАННЯ ТА АГРЕГАТИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ……..…55
Мельник В.О., Горовий М.В., Калнагуз О.М.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

ВИДИ ПЛУГІВ ТА ЇХ ВИРОБНИКИ: ВСЕ, ЩО ПОТРІБНО ЗНАТИ ДЛЯ ВИБОРУ……...…..58
Хомишенко Д.В, Горовий М.В., Калнагуз О.М.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ОДНООСЬОВОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ З КОПАЧЕМ…...61
Кувачов В.П., Дружич В.М., Шевченко С.О., Зеленов К.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ПІДГОТОВКА ПО ПОСІВУ ОЗИМИХ КУЛЬТУР……...…..67
Макоєдов Д.С, Сіренко Ю.В., Горовий М.В., Калнагуз О.М.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

ВИДИ ДОБРИВ ТА СТРОКИ ЇХ ВНЕСЕНЯ……...…..71
Масло М.В, здобувач В.О., Горовий М.В., Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

ОГЛЯД СИСТЕМ ОБМОЛОТУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ……...…..75
Гречаний А.О, Горовий М.В., Калнагуз О.М.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ ПІД КУКУРУДЗУ……..…..…..77
Водолазький Д.І, Горовий М.В., Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В..
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ В НАПРЯМКУ ПЕРЕРОБКИ М'ЯСА……..……...…..82
Ізотов В.М., Ковальов О.О., Самойчук К.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

EVALUATING THE AGGREGATE PROPERTIES OF PODZOLIZED CHERNOZEM IN AGRICULTURAL AND ABANDONED LAND.....…..…..85
Pascuzzi Simone[1], Ігнатьєв Є.І.[2], Фокіна Я.Є.[2]
[1]*University of Bari Aldo Moro,*
[2]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя*

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ОБРОБКИ НАСІННЯ ЗАХИСНО-СТИМУЛЮЮЧИМИ ПРЕПАРАТАМИ .....……..89
Куликівський В.Л., Боровський В.М.
Поліський національний університет, м. Житомир

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ЛОПАТІ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ……..……...…..93
Beloev H.[1], Ігнатьєв Є.[2], Іванов С.[2]
[1]*"Angel Kanchev" University of Ruse*
[2]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ПРИ ЗАМІНІ БАТАРЕЇ АГРОРОБОТА……..……...…..97
Olt Juri[1], Ігнатьєв Є.[2], Іванов С.В.[2]
[1]*Estonian University of Life Sciences*
[2]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя*

СЕКЦІЯ 2. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ТА ТВАРИННИЦТВА

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК……..…….....100
Бабин І.А.
Вінницький національний аграрний університет, Вінниця

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ НАГНІТАННЯ ПОВІТРЯ У ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ……..……...104
Яропуд В.М.
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМПЛЕКСУ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСООЩАДНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ……...109
Полєвода Ю.А.
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ РИЦИНОВОЇ ОЛІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ……...113
Журавель Д.П.[1], Дідур В.В.[2]
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.*
[2]*Уманський національний аграрний університет, м. Умань*

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЖЕМУ З ОВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ……...119
Стоянова О.В., Зубкова К.В., Маковецька О.А., Стельмашенко І.В.
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛОДОВИХ ДИСТИЛЯТІВ З ЯБЛУК……...121
Мамай О.І., Кузьміна Т.О., Серьогіна К.В.
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСООЩАДНОГО ВИРОБНИЦТВА БІЛКОВО-ВІТАМІННОЇ ПАСТИ……...126
Твердохліб І.В.
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

ТРАНС-ЖИРИ В ЇЖІ……...130
Булега В. Ю., Ярмош Т. А.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ……...133
Мовчан Д.А., Холодюк О.В.
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЖЕВИХ ВИН……...136
Мамай О.І., Кузьміна Т.О., Федоренко Т.Ю.
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ……...140
Болтянський Б.В., Стариченко А.С.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ У ВИРОБНИЦТВІ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ……...144
Воронін О.А., Кошель О.Ю.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕЛЕНОЇ ГРЕЧКИ ЯК ДЖЕРЕЛА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ……..……...146
Пономаренко В.І., Кошель О.Ю.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

ПЕЧИВО ІЗ ДОДАВАННЯМ ПОРОШКУ КЕРОБ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ……...149
Олійник-Карпець А.С., Кошель О.Ю.
Сумський національний аграрний університет, Суми

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ГРАВІТАЦІЙНИЙ ДОЗАТОР СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ……..……...151
Серпутько Р.С., аспірант
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

ВИРОБНИЦТВО ПОРОШКОПОДІБНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ОСНОВІ КАРОТИНОЇДОВМІСНОЇ СИРОВИНИ…….…...153
Хижинська І.О., Шевченко А.В. Стоянова О.В., Зубкова К.В.
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА НА ЗАКОРДОННИХ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМАХ……...155
Дереза С.В., Сулейманова Е.Е.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ МОЛОКА ЗА РАХУНОК НАТУРАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ…….…...158
Крижак Л.М.[1], Калініна Г.П.[2]
[1]Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕУ, м. Вінниця
[2]Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква

СТРІЧКОВИЙ ДОЗАТОР НАСИПНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА НЕПЕРЕРВНОГО ЇХ ПОТОКУ……....162
Демків І.Б.
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНОГО СМІТТЯ ……....164
Богатирьов Р.О., Ковальов О.О., Паляничка Н.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

НАТУРНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЧІПНОГО ШИРОКОЗАХВАТНОГО КУЛЬТИВАТОРА HORSCH FG 18.30……..……...167
Зданевич С.В.[1], Погребняк Р.П.[1], Зданевич С.С.[2], Гурідова В.О.[1]
[1]Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро
[2]Комунальний заклад «Ліцей №22», м. Кам'янське

ANALYSIS OF EFFECTIVE MECHANISMS FOR HOMOGENIZATION OF EMULSIONS……..…...172
Palianychka N., Kovalyov A., Chervotkina O.
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНИХ СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ФРУКТІВ І ОВОЧІВ……..…...174
Червоткіна О.О., Прокопенко О.П., Грінько Є.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

СЕКЦІЯ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АПК

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МЕТОДАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ……..……..…177
Григоренко В.Я., Мигуля В.В., Гулевський В.Б., Постол Ю.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ВИВЧЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТОРОВОЇ КРИВОЇ ЛІНІЇ В СИСТЕМІ SOLIDWORKS……..……180
Гавриленко Є.А., Холодняк Ю.В.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

МЕТОД ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТУ З МНОЖИНИ АЛЬТЕРНАТИВ……..……185
Чижиков І.О., Сушко С.Л.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В АПК……..……190
Чижиков І.О., Сушко С.Л., Григоренко В.Я., Мигуля В.В.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ПОБУДОВА ІНДИКАТОРНОЇ ДІАГРАМИ ДВИГУНА POWERTECH 6068HF250 В ГАЗОДИЗЕЛЬНОМУ ЦИКЛІ……..…193
Лисенко Р.Д., аспірант
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ……..…199
Холодняк Ю.В., к.т.н.,
Гавриленко Є.А., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ДАТЧИКІВ CROPTIDE ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЗРОШЕННЯ ПЛОДОВИХ КІСТОЧКОВИХ ДЕРЕВ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ……..……204

Латоша В.В.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ……207
Чіпка В.А., Ковальов О.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

СЕКЦІЯ 4. НОВАЦІЇ У ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

ВПЛИВ ЗМІНИ ФОРМИ РОЗПОДІЛЬНИХ ВІКОН НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ ПЛАНЕТАРНИХ ГІДРОМОТОРІВ……..210
Панченко А.І.[1], Волошина А.А.[1], Холод І.М.[1], Волошин А.А.[2]
[1]Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.
[2]ВСП «Мелітопольський коледж ТДАТУ», м. Запоріжжя

FEATURES OF TECHNOLOGICAL CALCULATIONS FOR A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE……..……..216
Dashyvets H., Dyachenko V.
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia

ANALYSIS OF RESEARCH ON THE DURABILITY OF HYDRAULIC SYSTEMS OF MOBILE MACHINERY……..219
Viunyk O., Dyachenko I.
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВОГО ВЕНТИЛЯТОРА ПНЕВМАТИЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТУ……..222
Мельник В.І., Зеленський А.П., Зеленський О.П.
Державний біотехнологічний університет. м. Харків

ASSESSMENT OF LAYOUT SOLUTIONS FOR A SERVICE ENTERPRISE……..225
Dashyvets H.
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ДИЛЕРСЬКОГО ЦЕНТРУ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ……...229
Барабаш Р.І., Шарибура А.О., Михалюк М.А., Кордоба В.М.
Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни

ANALYSIS OF METHODS FOR CLEANING THE WORKING FLUID OF HYDRAULIC MACHINES…….……..……..233
Viunyk O., Shatohin I.
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia

ОПИС СУЧАСНИХ МЕТОДІВ МАРКУВАННЯ ПРИЧЕПІВ……....237

Барсукова Г.В., Гайдамака Д.В.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми

ANALYSIS OF METHODS FOR ASSESSING THE QUALITY OF CLEANING REPAIR OBJECTS……..239
Dashyvets H., Garbut D.
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia

WORKING CONDITIONS AND PERFORMANCE INDICATORS OF HYDRAULIC SYSTEM ELEMENTS OF MOBILE MACHINERY……...241
Viunyk O., Shevchenko P.
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia

ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ДУГОВОЇ ПРИВАРКИ МЕТИЗІВ……..……..245
Ситников П.А.[1], Король М.О.[2]
[1]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків.
[2]Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково-виробнича фірма «ЗВАРКОНТАКТ», м. Харків

СЕКЦІЯ 5. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ АПК, ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

РОЗВИТОК БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СВІТІ……..…..….249
Скляр О.Г., Стеблюк В.Є.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ГНУЧКІ СОНЯЧНІ ЕЛЕМЕНТИ ЯК ДЖЕРЕЛО АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ..251
Дяденчук А.Ф.[1], Філіпович Є.В.[2]
[1]Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.
[2]Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя

КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ ПРИКЛАДЕНОЮ НАПРУГОЮ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ……254
Вовк О.Ю.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ…….…..….257
Вовк О.Ю., Скляр Р. В., Акулов В.Д.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ХАРЧОВИХ ВІДХОДІВ В МЕЖАХ РЕАЛІЗАЦІЇ УГОДИ "EGD"……..….263
Проскурін Я.С., Ковальов О.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ОПТИМАЛЬНЕ РОЗТАШУВАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ: БАЛАНС МІЖ ЕФЕКТИВНІСТЮ ТА ЕКОНОМІЧНОЮ ДОЦІЛЬНІСТЮ…….265
Миронець С.Д.
ВСП «Мелітопольський фаховий коледж Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного», м. Запоріжжя

ЕКОЛОГО-ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА СКЛАДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМ……...….268
Толстенко О.В.
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро

ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ У ТЕПЛОТУ ЗА ДОПОМОГОЮ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ЙОГО ДИНАМІЧНОМУ ГАЛЬМУВАННІ……...….270
Вовк О.Ю.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕЧНОСТІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО РЕЖИМУ ПРИ ОБРИВІ ФАЗИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ……..….273
Попова І.О.
Таврійська державна агротехнічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

СПОСОБИ ВПРОВАДЖЕННЯ КУЛЬТУРИ СОРТУВАННЯ СМІТТЯ:ПРОБЛЕМИ ТА ПОЗИТИВНИЙ ДОСВІД РОЗВИНЕНИХ КРАЇН…….…..….276
Попова І.О., Ковшар М.М., Самойчук К.О., Ковальов О.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ЩОДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТАНОГЕНЕЗУ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ…….…..….279
Скляр О.Г., Скляр Р.В., Болтянський Б.В.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ПРИРОДОСУМІСНА ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ В КРИЗОВИХ УМОВАХ…….…..….282
Сабо А.Г.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ВПЛИВ СИМЕТРИЧНИХ ПРОВАЛІВ ЖИВЛЯЧОЇ НАПРУГИ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИВОДІВ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ …….…….….286
Вовк О.Ю.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені

Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ГРОЗОВА ЕНЕРГЕТИКА: ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ……...…….….289
Вовк О.Ю., Мандрика К.А., Миронець С.Д.,
ВСП Мелітопольський фаховий коледж ТДАТУ, м. Запоріжжя

ПОТЕНЦІАЛ ТЕХНІКО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВА ІЗ ВІДХОДІВ НАСІННЯ СОНЯШНИКА….293
Бардадим О.В.[1], Сова Н.А.[1], Мельник М.М.[2]
[1]Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро
[2]ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро

АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В УКРАЇНІ…….…..….296
Скляр Р.В., Жмак С.С.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ДІАГНОСТУВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ЗА ВІДНОСНИМИ ВТРАТАМИ ПОТУЖНОСТІ……..….300
Вовк О.Ю.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРЕШКОДИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ УГОДИ “EGD” В ЧАСТИНІ ТРАНСПОРТУ…….……..….304
Коршиков З.О., Ковальов О.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

СЕКЦІЯ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АПК

ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗДАТНОСТІ ДО ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ АПК В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РИНКУ ПРАЦІ.....308
Сабо А.Г.[1], Смьордов О.А.[1], Сабо С.А.[2]
[1]Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.
[2]Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, м. Запоріжжя

СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНИЙ СТАН, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

УДК 631.3

ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКУ ВПРОВАДЖЕННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Барабаш Г.І., к.т.н., доц.,
Гузь О.І., аспірант,
Батюк Л.М., зав. лабор.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. У сучасних умовах глобальних викликів сільське господарство потребує впровадження передових рішень для підвищення продуктивності та ефективності виробництва. Однією з таких стратегічно важливих культур є соняшник, який має значний економічний потенціал завдяки високому попиту на соняшникову олію та інші продукти переробки. Впровадження інноваційних технологій у процес вирощування соняшника стає важливим інструментом для досягнення стабільних показників врожайності та мінімізації негативного впливу на довкілля [1].

Інноваційні технології є основою для розвитку сільськогосподарського виробництва в умовах постійних кліматичних і ринкових змін. Соняшник, як стратегічна культура, має великий економічний потенціал, але його вирощування пов'язане з певними труднощами, такими як залежність від кліматичних умов та необхідність точного управління ресурсами. Використання інноваційних підходів дозволяє вирішувати ці проблеми і значно покращити ефективність вирощування [2].

Основні матеріали дослідження. Однією з головних цілей впровадження інноваційних технологій є підвищення врожайності соняшника. Завдяки використанню систем точного землеробства, аграрії можуть контролювати всі етапи вирощування – від підготовки ґрунту до збору врожаю. Сучасні технології дозволяють забезпечити більш точне висівання насіння, оптимізувати норми внесення добрив і засобів захисту рослин, а також контролювати вологість і температуру ґрунту.

Інноваційні сівалки, наприклад, здатні автоматично коригувати глибину і відстань між насінням, що забезпечує рівномірне проростання та зростання рослин. Це дозволяє максимально використовувати потенціал кожної одиниці насіння, що прямо впливає на загальну врожайність [2].

Застосування інноваційних технологій сприяє значному зниженню витрат на вирощування соняшника за рахунок точного використання ресурсів. Зокрема, технології точного внесення добрив і пестицидів дозволяють мінімізувати витрати на агрохімікати та забезпечити їх раціональне використання. Системи дистанційного моніторингу стану рослин на основі дронів і супутникових знімків дозволяють виявляти проблемні ділянки поля, що потребують особливої уваги, знижуючи таким чином витрати на обробку всього поля.

Дрони та супутникові технології стали невід'ємною частиною сучасного аграрного виробництва. Вони дозволяють оперативно отримувати точні дані про стан рослин, їх потреби у воді, добривах або засобах захисту. Ці технології дають можливість створювати карти полів з високою роздільною здатністю, що дає змогу аграріям приймати рішення на основі актуальних даних, забезпечуючи максимально ефективне використання ресурсів. Крім того, дрони можуть використовуватися для внесення засобів захисту рослин, що підвищує точність і знижує витрати [3,4] .

Автоматизовані системи управління технікою дозволяють оптимізувати технологічні операції під час вирощування соняшника. Трактори та інші сільськогосподарські машини, оснащені GPS-навігацією та системами автопілоту, можуть працювати з високою точністю, що зменшує кількість помилок, пов'язаних з людським фактором, і підвищує продуктивність. Це також сприяє зменшенню витрат пального, що є важливим фактором у контексті економії ресурсів і захисту довкілля [5].

Зміни клімату та нестабільність опадів вимагають впровадження інноваційних систем зрошення, які забезпечують оптимальне зволоження ґрунту без перевитрат води. Інтелектуальні системи управління зрошенням, які використовують дані з датчиків вологості ґрунту та погодних станцій, дозволяють аграріям точно контролювати подачу води, що сприяє підвищенню врожайності та зниженню витрат на водні ресурси.

Інноваційні біотехнології, такі як розробка нових сортів соняшника з підвищеною стійкістю до шкідників та хвороб, також відіграють ключову роль у підвищенні врожайності. Використання генетично поліпшених сортів, адаптованих до конкретних кліматичних умов, дозволяє підвищити ефективність вирощування та знизити ризики, пов'язані з несприятливими погодними умовами чи біологічними загрозами [6].

Висновки. Застосування інноваційних технологій при вирощуванні соняшника є необхідною умовою для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Інновації, такі як точне землеробство, використання дронів, автоматизовані системи управління технікою, інтелектуальні системи зрошення та

біотехнології, дозволяють аграріям значно підвищити врожайність, зменшити витрати та мінімізувати негативний вплив на довкілля. Упровадження таких технологій сприятиме сталому розвитку аграрного сектору та підвищенню його конкурентоспроможності на світовому ринку.

Список використаних джерел

1. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування надземної маси і врожайності соняшнику під впливом окремих елементів технологій вирощування. Вісник Аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2020. Вип 1. (105). С. 50–57.

2. Інноваційні агротехнології: монографія Мазоренко Д.І., Мазнєв Г.Є., Тіщенко Л.М., Бобловський О.Ю., Гаврилович Н.Ю., Краснорyцький О.О., Артеменко О.О., Заіка С.О. Харків: ХНТУСГ, 2007. 385 с.

3. Васильковська К.В. Андріє;нко 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

4. Miller J. O., Adkins J. Types of drones for field crop production. University of Delaware: Fact sheets and publications. 2018. URL: https://www.udel.edu/academics/ colleges/canr/cooperative-extension/fact-sheets/typesof-drones-for-field-crop-production 15.01.2023

5. Lysenko V., Bolbot I., Romasevych Y., Loveykin V., Voytiuk V. Algorithms of Robotic Electrotechnical Complex Control inAgricultural Production. In Control Systems: Theory and Applications. River Publishers: Gistrup, Denmark, 2018. pp. 271–289.

6. Eco-innovation in Plant Breeding: Insights from the Sunflower Industry. Galliano, D. (Auteur de correspondance), Magrini, M.-B., Tardy, C., Triboulet, P. (2018). Eco-innovation in Plant Breeding: Insights from the Sunflower Industry. Journal of Cleaner Production, 172, 2225–2233., DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.189.

УДК 631.316.022

КОМБІНОВАНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ ПОШАРОВОГО БЕЗВІДВАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Дацюк Д.А., Ph.D., ст. викл.
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця.

Постановка проблеми. У всьому світі поширюється тенденція розробки комбінованих агрегатів і пристроїв для виконання певних технологічних процесів. Використання комбінованих робочих органів для пошарової безвідвальної обробки ґрунту дає змогу зменшити витрати енергії та трудові ресурси, а також удосконалити виконуваний технологічний процес. На основі методів порівняння та монографічного дослідження існуючих конструкцій робочих органів виявлено їхні недоліки під час використання в посушливих умовах. Встановлено, що в таких умовах доцільним є застосування пошарової безвідвальної обробки ґрунту.

Проведено аналіз конструкцій робочих органів для пошарової обробки ґрунту, що дозволив встановити переваги криволінійних елементів для мілкої обробки. Виявлені за багаторічні дослідження недоліки плоскорізних робочих органів дозволили зробити висновок про перспективність заміни лап на криволінійні розпушувачі для мілкої обробки ґрунту. Наведені дані щодо вмісту агрономічно-цінних агрегатів у відсотках від абсолютно сухого чорноземного ґрунту, на підставі яких встановлено, що структуру шару можна поліпшити завдяки використанню в конструкції чизельного робочого органуелемента для мілкого розпушування на глибину до 16 см.

Основні матеріали дослідження. Під обробкою ґрунту розуміють вплив на нього робочими органами машин і знарядь з метою створення необхідних умов для росту сільськогосподарських культур та знищення бур'янів. Зокрема, широко застосовується чизелювання, що полягає в обробці ґрунту встановленими на рамі безвідвальними робочими органами з залишенням недорізу шару по ширині захвату знаряддя, що забезпечує розпушування, подрібнення ґрунту та знищення бур'янистої рослинності.

Метою дослідження є розробка комбінованого робочого органу для вдосконалення технологічного процесу пошарової безвідвальної обробки ґрунту. Використано методи порівняння та монографічного дослідження існуючих конструкцій робочих органів для пошарової безвідвальної обробки ґрунту, а також визначено основні тенденції їх розвитку (рис. 1).

До первинної конструкції глибокорозпушувача у вигляді прямолінійної стійки з долотом (позиція 1 на рис. 1) додаються лапи (утворювачі щілин), які поліпшують якість обробки ґрунту завдяки

формуванню потрібного профілю борозни (позиція 1.1 на рис. 1).

Для зменшення тягового опору робочого органу та покращення заглиблення прямолінійні стійки трансформуються в криволінійні або похилі (позиція 2 на рис. 1) відносно напряму руху. Надання ступеня рухомості робочому органу відносно стійки, наприклад, можливість переміщення лап у поперечно-вертикальній або долота в поздовжньо-горизонтальній площині, дозволяє зменшити тяговий опір і покращити якість розпушування (позиція 2.1 на рис. 1).

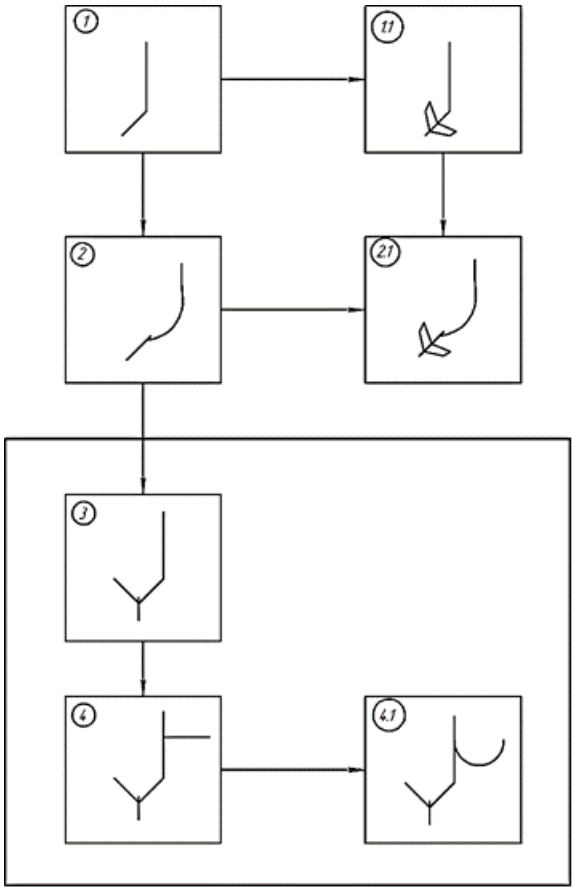


Рис. 1. Тенденції розвитку робочого органу для пошарової безвідвальної обробки ґрунту

Подальше вдосконалення робочого органу (позиція 3 на рис. 1) передбачає нахил стійки не лише за напрямком руху, але й убік, що забезпечує краще розпушення шару ґрунту. Це початковий етап формування тенденції розвитку пошарової обробки ґрунту.

Логічним продовженням цієї тенденції є оснащення конструкції розпушувачем для мілкої обробки ґрунту, закріпленим на стійці (позиція 4 на рис. 1). Ця конструкція забезпечує пошарове розпушування долотом, похилою частиною стійки і розпушувачем для мілкої обробки ґрунту. Однак через збільшення зони деформації підвищується тяговий опір робочого органу, який можна знизити, використовуючи криволінійну ріжучу кромку (позиція 4.1 на рис. 1) замість прямолінійної.

Наразі основним елементом різання, що застосовується в ґрунтообробних робочих органах, є лаповий елемент. Однак після проходження лапових культиваторів утворюються гребені, суттєво переміщуються горизонти ґрунту, що негативно впливає на якість пошарової обробки та призводить до підвищеного випаровування вологи. Виявлено надмірний тиск на ґрунт від лапових робочих органів, які використовуються без урахування типу ґрунту, його стану та фізико-механічних властивостей.

До того ж на лапах накопичуються ґрунт і рослинні залишки, що спричиняє тривалі простої агрегату і порушує технологічний процес. Швидке зношування лапових робочих органів погіршує якість обробки ґрунту та збільшує тяговий опір. Також варто відзначити обмежені функціональні можливості, високі енерговитрати, низьку експлуатаційну надійність, велике лобове опір і в деяких випадках обмежену придатність робочих органів.

Заміною лап може бути використання криволінійних робочих органів. Доцільність і необхідність розробки елемента для мілкої обробки підтверджується дослідженнями структурного складу ґрунту після чизелювання робочими органами у вигляді стійки з долотом (див. таблицю).

Таблиця 1

Вміст агрономічно-цінних агрегатів (0,25–10 мм) у відсотках від абсолютно сухого чорноземного ґрунту

Глубина шару, см	До обробітку, %	Після чизелювання на 34 см, %
5—15	72	41
15—25	64,9	66,9
25—35	75	83,4

Результати порівняння кількості агрономічно-цінних агрегатів до і після чизелювання на глибину 34 см свідчать про те, що після обробки структура ґрунту погіршується в шарі 5–15 см і покращується в шарі 25–35 см, залишаючись практично незмінною в середньому шарі 15–25 см. Таким чином, покращити структуру ґрунту можна, використовуючи в конструкції чизельного робочого органу елемент для мілкого розпушування на глибину до 16 см.

Аналіз розвитку ґрунтообробних робочих органів виявив перспективність використання криволінійної ріжучої кромки як конструкційного рішення для вдосконалення технологічного процесу розпушування з метою зниження енергоємності. Дослідження форми робочого органу показало, що при обробці зв’язаного ґрунту криволінійною кромкою зусилля різання, а отже, і тяговий опір зменшуються порівняно з обробкою прямолінійною ріжучою кромкою

в однакових умовах.

Це пояснюється характером взаємодії ґрунтового шару з робочим органом, де присутнє не тільки лобове, але й косе різання. При такій взаємодії, окрім деформацій стиснення у напрямку руху, відбувається зсув ґрунту в боки по поверхнях ковзання (зонам найменшого опору). Зниження тягового опору робочого органу з криволінійною формою порівняно з прямолінійною зумовлено меншою довжиною ріжучої кромки відносно всієї площі поперечного перерізу оброблюваного шару.

Висновки Чизельний робочий орган необхідно оснащувати елементом для дрібної обробки ґрунту з метою покращення якості розпушування.

Перевага робочих органів з криволінійною ріжучою кромкою досягається за рахунок збільшення висоти оброблюваного шару до 4 см, та зміні кута кривизни ріжучої кромки.

Застосування робочого органу з криволінійним розпушувачем дозволить покращити безвідвальну обробку ґрунту безпосередньо в зоні рослинних залишків завдяки послідовній дрібній (до 16 см) обробці в цій зоні та глибокому розпушуванню долотом (25—35 см). Це забезпечує розпушування шарів ґрунту з різною щільністю та структурним складом, що дозволяє волозі накопичуватись у пласті в посушливих умовах та переміщуватися під впливом термодифузійних процесів у зону залягання кореневої системи рослин.

Ось приклад списку літератури до теми «Комбінований робочий орган для пошарового безвідвального обробітку ґрунту», оформлений згідно з ДСТУ 8302:2015:

Список використаних джерел

1. Гудз М. П. Механіко-технологічні основи обробітку ґрунту комбінованими агрегатами. Київ: Урожай, 2014. – 256 с.

2. Гетьманець В. Ф. Основи технологій обробітку ґрунту. Харків: Агроцентр, 2016. – 312 с.

3. Кирилюк І. І. Обґрунтування параметрів комбінованих робочих органів для обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки.* 2018. № 5. С. 45–52.

4. Ткаченко І. Г. Вплив комбінованих агрегатів на водний режим ґрунту . *Сільськогосподарська техніка і технології.* 2017. № 3. С. 29–33.

6. Савченко О. П. Моделювання роботи комбінованих робочих органів у ґрунті. *Механізація та електрифікація сільського господарства.* 2019. № 2. С. 17–22.

УДК 744:004.9

ОФОРМЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ВИРОБІВ

Дереза О.О., к.т.н., доц.,
Плахотник І.Г., здобувач СВО «Магістр»
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Вітчизняне машинобудування сьогодні переживає не найкращі часи. З початком незалежності ця галузь була практично зруйнована, під час пандемії й військового стану також виникли складнощі у розвитку сільськогосподарської техніки та машинобудування взагалі.

Практично всі конструкторські роботи вже давно виконуються з використанням програм 3D-моделювання, які суттєво прискорюють розробку нових виробів та дозволяють уникнути помилок в проєктуванні. Однак розробники програм не завжди враховують важливі вимоги конструкторів і стандартів. Тому постає задача узгодження основних рутинних операцій при розробці конструкторської документації.

Основні матеріали дослідження. Якість і надійність виконання будь-яких сільськогосподарських робіт пов’язана з функціонуванням сільськогосподарських агрегатів.

В Україні працюють над покращенням умов для сільгоспмашинобудування. Вітчизняні машинобудівні підприємства продовжують опановувати виробництво комплектуючих світового рівня для власної інноваційної сільгосптехніки [1].

Створення будь-яких виробів промисловості починається з розробки конструкторської документації. Рівень її виконання значною мірою впливає на скорочення строків створення й освоєння виробів, зниження трудомісткості їх виготовлення, підвищення надійності та якості.

При проєктуванні сільськогосподарської техніки, використанні новітніх технології виготовлення цієї техніки особливу увагу приділяють інженерно-технічному забезпеченню АПК, передовому досвіду з механізації основних технологічних процесів. Створення всіх виробів починається з розробки конструкторської документації.

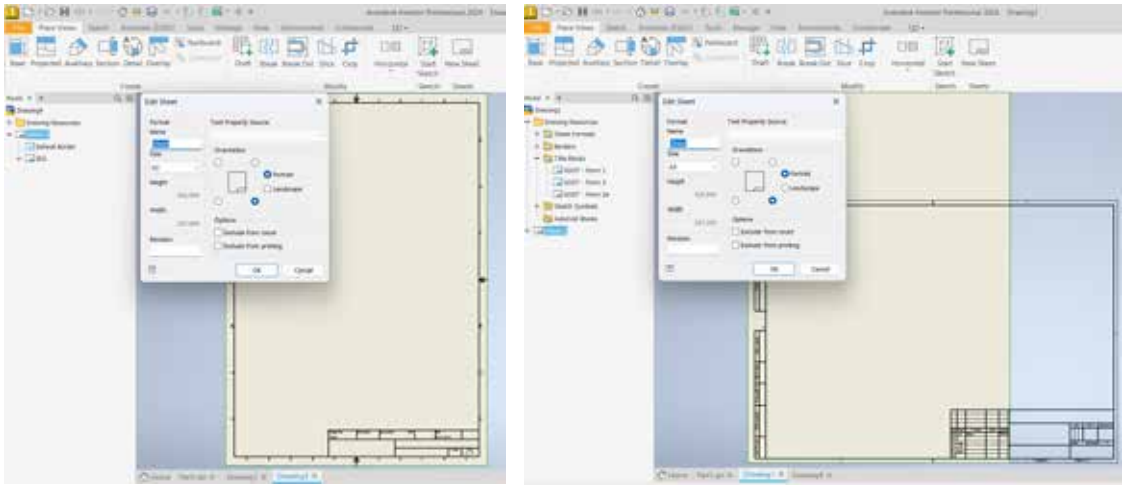
Сучасні технології розробки машин і механізмів передбачають обов'язкове тривимірне моделювання їх деталей. На основі тривимірних моделей створюються різні види креслеників, так необхідних у виробництві [2].

Усі конструкторські документи оформляють відповідно до вимог діючих стандартів, що забезпечує єдину технічну мову і термінологію,

взаємообмін конструкторською документацією між підприємствами, використання цієї документації у системах автоматизованого проєктування.

На сьогодні припинено чинність багатьох стандартів ДСТУ й ГОСТ, деякі з яких стосуються розробки та оформлення конструкторської документації. Постає питання впровадження оновлених стандартів у процеси проєктування та виробництва.

В залежності від програмних продуктів (AutoCAD, Inventor, SolidWorks), які використовуються при проєктуванні, вибирається й відповідний стандарт оформлення. Графи у штампах та основних написах відрізняються при оформленні за різними стандартами (ANCI, ISO, DN, тощо), відмінності є й в масштабах та форматах креслеників. Наприклад, ГОСТ не передбачає вертикального розташування формату А3 (рис. 1). Завдяки інтеграції форматів 3D-моделей (STEP, ACIS, IGES, DWG, DXF) цих програм між собою є можливість робити необхідні налаштування відповідно до вимог певних стандартів.



а) **б)**

Рис. 1. Оформлення в Inventor кресленика формату А3 за стандартами а) ISO та б) ГОСТ

У SolidWorks підтримується виконання креслеників відповідно до стандартів ЄСКД (ГОСТ), ANSI, ISO, JIS і ряду інших, в Україні кресленики виконуються відповідно до стандартів ЄСКД. Пакет Autodesk Inventor не дозволяє випускати конструкторську документацію з повним дотриманням вимог діючих стандартів. Тому необхідна адаптації інструментів відповідних пакетів програм для розробки конструкторської документації у відповідності до стандартів.

Виникає питання якою мовою оформлювати текстову частину. Оформлення основного напису кресленика в найбільш популярних продуктах SolidWorks і AutoCAD українською не передбачено, при оформленні за стандартом ГОСТ закладено російську мову як і російськомовний інтерфейс програм.

Різниця в стандартах є також і при виборі масштабу,

представлення видів деталі на кресленику, оформленні й розміщенні специфікацій. Для кожного стандарту присутній також свій перелік стандартних виробів в користувацькій бібліотеці, нові позначення матеріалів тощо. Хоча в кожній програмі присутні стандартні шаблони файлів моделей, є необхідність додаткових налаштувань для їх адаптації. Для користувача ці налаштування вимагають певних знань і затрат часу.

Задачі узгодження вирішують різними способами. Наприклад, в SolidWorks можна розробити новий шаблон кресленика, в якому будуть враховані й запроваджені зміни вигляду та розмірів рамки кресленика та основного напису. Для створення властивостей моделі використовується утиліта Property Tab Builder, яка інтегрована в стандартний пакет SolidWorks. Щоб синхронізувати заповнення полів тексту основного напису, необхідно налаштувати посилання властивостей кожного поля на відповідну властивість моделі деталі чи складальної одиниці [4, 7].

Допомагає автоматизувати процес проєктування й розробка додаткових модулів та інструментів. За наявності вбудованої в програму Autodesk Inventor мови програмування iLogic можна прискорити процес на основі теоретичних матеріалів з основ програмування. Правило iLogic створено для параметрів, які використовуються в технічних вимогах [5]. Для цього необхідно більш глибоке вивчення можливостей інтерфейсу програмування додатків (API) управління об'єктами, на що не завжди є час і можливості у проєктувальників.

На підприємствах інженери створюють власні шаблони документів відповідно до потреб свого виробництва. Для прискорення цієї роботи бажано впровадження оновлених стандартів у процеси проєктування та виробництва, а також у навчальний процес. При роботі з іноземними замовниками розробка конструкторської документації виконується з дотриманням відповідних стандартів і це не обов’язково має бути ГОСТ. Підприємство саме визначається яким програмним забезпеченням користуватись при розробці конструкторської документації й за якими стандартами оформлювати кінцевий продукт по узгодженні з замовникам.

Висновки. Більшість програм тривимірного моделювання забезпечує підтримку самих популярних форматів 3D-моделей, що дозволяє організовувати ефективний обмін даними між різними організаціями і замовниками, які використовують в роботі будь-які програмні продукти.

Налаштування відповідних шаблонів файлів моделей деталей та складальних одиниць і використання утиліт може бути застосовано в машинобудуванні для оптимізації розробки конструкторської документації на стадії проєктування. Наявними інструментами

прикладних програм мають оволодіти здобувачі технічних закладів, щоб у процесі своєї подальшої роботи на тому чи іншому підприємстві вони були в змозі зробити відповідні налаштування.

Список використаних джерел

1. Аграрний тиждень. Україна. URL: https://a7d.com.ua/novini/11888-uryad-viznachiv-chastku-nozemnih-detaley-v-ukrayinsky-slgosptehnc.html (дата звернення: 0611.2024).

2. Дереза О.О., Дереза С.В. Моделювання механічних передач / Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 1. DOI: 10.31388/2220-8674-2020-1-30.

3. Черніков О.В. Впровадження нових стандартів оформлення конструкторської документації в навчальний процес та виробництво. *Прикладна геометрія та інженерна графіка.* 2024. Том 1, № 106. С. 241–251.

4. Стукалець, І.Г., Коробка, С.В., Скляр, О.Г., Болтянський, Б.В. і Скляр, Р.В. 2024. Оформлення креслеників у середовищі SolidWorks відповідно до національних стандартів україни та міждержавних стандартів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. 24, 2 (Лип 2024), 150–165.

5. Іванов, Є., Алефіров, О., Куліш, М. і Овсянніков, В. 2022. Автоматизація оформлення конструкторської документації пружин розтягання в пакеті AUTODESK INVENTOR. *Сучасні проблеми моделювання*. 23 (Трав 2022), 90–97.

6. Черніков О.В. Впровадження сучасних технологій комп'ютерного моделювання в навчальний процес ХНАДУ. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. Зб. наук. пр. Вип. 73. Харків: ХНАДУ, 2016. С. 239–244.

7. ДСТУ EN ISO 7200:2005 Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах (EN ISO 7200:2004, IDT): Національний стандарт України. Київ. Держспоживстандарт України. 2007. 10 с.

8. Olena Dereza, Illia Tetervak. Technical means for design**.** Матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації.* 30 вересня 2022 р. с. 143–149.

УДК 631.561.6

МЕХАТРОННІ ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СУМІШІ ВІДХОДІВ СОНЯШНИКА НА ОЛІЙНО-ЖИРОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Бардадим О.В.[1], здобувач НС доктора філософії,
Сова Н.А.[1], к.т.н., доц.,
Мельник М.М.[2], технічний директор
[1]*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро*
[2]*ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро*

Метою дослідження є визначення впливу мехатронних засобів управління на якість сортування суміші відходів насіння соняшника, визначення напрямків застосування мехатронних засобів для сортування насіння сільськогосподарських культур, визначення напрямків модернізації програмного забезпечення.

Створені ТОВ НВО «Сортувальні машини» експериментальні мехатронні засоби сортування суміші відходів насіння соняшника потребують як теоретичних, так і експериментальних досліджень для вивчення параметрів та режимів роботи під час імплементації у шеретувально-віяльні підрозділи поточних ліній олійно-жирового виробництва. У процесі інсталяції засобів необхідно забезпечити показники продуктивності процесу, якості одержаних продуктів, енергозбереження, що можливо вирішити як мультиплікацією кількості обладнання, так і додатковим покращенням окремих показників засобу, а також раціоналізацією схемних рішень поточних ліній олійно-екстракційного виробництва.

На засадах існуючих рішень поточних ліній [1] теоретично визначено концепцію схемних рішень поточної лінії олійно-екстракційного виробництва. Відповідно до концепції «No Husks» (з анг. «Без лушпиння») [2], проблема має бути вирішена там, де вона виникає, тобто олійна домішка повинна бути відсортована та повернена до основного технологічного процесу негайно після основної технологічної операції. Згідно до концепції «No Husks», сортувальне обладнання має бути імплементоване після кожної одиниці обладнання, яке генерує лушпиння. Одержану олійну домішку спрямовують у основний технологічний процес.

Теоретичні розрахунки дозволили визначити основні переваги концепції «No Husks»:

- зниження кількості сміттєвої домішки насіння на 1,5 %;
- зменшення кількості лушпиння на 5–6 %;
- збільшення виходу олії на 1,4 %;
- збільшення виходу шроту на 1,6 %;

- зниження олійності лушпиння до рівня 0,20–0,39 %;
- зменшення кількості лушпиння під час технологічного процесу дозволить майже на 20 % підвищити продуктивність шеретувально-віяльного та пресового відділень.

У порівнянні з бітер сепараторами, які споживають 16–18 кВт год, мехатронний засіб такої ж самої продуктивності споживає 3–4 кВт год.

Зменшення олійності лушпиння надає змогу забезпечити виробництво «Зеленого палива» експортної якості, зменшення викидів шкідливих газів при спалюванні лушпиння та сміття у котлах.

Запропоновано схемне рішення технологічної лінії пресування насіння соняшнику при виробництві олії з програмованими параметрами повного циклу на базі мехатронних адаптивних сортувальних машин [3]. Подальші експериментальні дослідження дозволяють висунути робочу гіпотезу про надлишкову наявність обладнання для контролю перевія та ядра, а також надлишкову кількість шеретувальних машин. На заключному етапі основного технологічного процесу перед спалюванням лушпиння встановлено спеціальний адаптивний пробовідбірник – аналізатор для контролю якості сортування та якості налаштувань основного технологічного обладнання лінії. Але експериментальна перевірка виявила низьку точність визначення наявної кількості олійної домішки (<95 %), тому була виконана модернізація засобу встановленням додаткового каскаду сортування.

Для перевірки теоретичних положень були проведені експериментальні випробовування окремих ланок технологічної лінії пресування насіння соняшнику при виробництві олії. У діючому виробництві були встановлені сортувальні машини для лушпиння на заключних ланках технологічної лінії. Перевірені два варіанта схемних рішень: лінійна та каскадна інсталяція.

Сортувальні машини для відокремлення олійної домішки із сміття насіння встановлені на заключній ланці технології перед подаванням вилученої сміттєвої фракції на спалювання у котельню.

За результатами оброблення експериментальних даних отримані дані, які підтвердили показники продуктивності та якості сортування, але за відсутності адекватних нормативів для методів відбору і підготовки проб, контролю наявної кількості олійної домішки мали невизначеність. Згідно до ДСТУ 7123:2009 [4] відбирають та готують проби згідно до ГОСТ 13979.0, визначають масову долю жиру та екстрактивних речовин згідно з ГОСТ 13496.15, які на сьогодні не діють на території нашої країни або їх не рекомендують використовувати. На заміну їм можна використовувати ДСТУ ISO 5500:2005, ДСТУ 7491:2013 та ДСТУ ISO 6492:2003, але зазначені нормативні документи не регламентують методи відбору, підготовки проб та методи контролю кількості олійної домішки, яку можна далі

використати у виробничому процесі. Методи відбору та підготовки проб, які наводяться для насіння соняшника, дозволяють одержувати тільки нерепрезентативні проби лушпиння та сміттєвої домішки, а спроби визначення показників методами за ДСТУ 7123:2009 не надають коректних показників наявної кількості олійної домішки.

Для подолання методичних проблем та релевантних проблем у порівнянні одержаних експериментальних даних запропонована спеціальна лабораторна машина для визначення наявної кількості олійної домішки у лушпинні після шеретування насіння соняшнику та подальших технологічних операцій.

Для перевірки відповідності теоретичного дослідження експериментальним даним були використані методики [5], [6].

Висновок

За результатами експериментальних досліджень підтверджені конструктивно-технологічні параметри сортувальних машин та схемні рішення щодо інсталяції мехатронних засобів управління сортуванням суміші відходів насіння соняшника, визначені напрямки застосування мехатронних засобів для сортування насіння сільськогосподарських культур.

Виправлені недоліки конструкції пробовідбірника-аналізатора: встановлені додатково барабанний решітний запобіжник, затулки для паралельного відбору проб для ручного визначення кількості олійної домішки та додатковий каскадний сортувальний канал.

Схемні рішення лінії можливо застосувати при процесах переробки ріпаку, сої та льону, для чого необхідно виконати дослідження параметрів сортування насіння цих культур та створення бібліотеки наперед завантажених програмних модулів управління сортуванням.

Список використаних джерел

1. 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: ЛІРА. 2022. 192 с. ISBN 978-966-981-687-0.

2. Кудрявцев І.М., Бардадим О.В., Мельник С.М., Концепція «No HUSKS» (без лушпиння) та перспективи її впровадження у шеретувально віяльних відділеннях олійно екстракційних підприємств. Метеріали ІІ Всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, «Молодь - науці і виробництву: Актуальні питання харчової промисловості»: Херсон, 10 травня 2023р. [Електронне видання] – Херсон: ХДАЕУ, 2023. - 132 с. http://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2023/05/mat_konf_1005.pdf

3. Кудрявцев І.М., Бардадим О.В., Мельник С.М., Бардадим В.К., Ярошкін В.П., Мельник М.М. Патент на корисну модель України №155727, МПК A01F 12/44 (2006.01); B07B 4/02 (2006.01); B07B 9/00;

B07B 9/02 (2006.01); B07B 13/14 (2006.01); B07B 15/00; B30B 9/02 (2006.01). Технологічна лінія пресування соняшникової олії повного циклу на базі адаптивних сортувальних машин із програмованими параметрами. Заявник ТОВ НВО «Сортувальні машини», № u 2023 03069. Заявл. 23.06.2023. Опубл. 03.04.2024, Бюл. №14.

4. Лушпиння соняшнику. Технічні умови: ДСТУ 7123:2009.-[Чинний від 2009-12-18]. -К.: Держспоживстандарт України, 2011. 8 с. –(Національний стандарт України).

5. Випробовування сільськогосподарської техніки. МАШИНИ СОРТУВАЛЬНІ. Методи випробувань: СОУ 74.3-37-141:2004.-[Чинний від 2004-12-24]. К.: Мінагрополітики України, 2006. 24 с.

6. Алієв Е. Б. Механіко-технологічні основи процесу прецизійної сепарації насіннєвого матеріалу соняшнику: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. Запоріжжя. 2020. 530 с.

УДК 631.561

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ВІДХОДІВ НАСІННЄВОЇ СУМІШІ СОНЯШНИКУ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Кудрявцев І.М.[1], здобувач НС доктора філософії.
Кошулько В.С.[1], к.т.н., доц.,
Мельник М.М.[2], технічний директор.
[1]*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро.*
[2]*ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро.*

Постановка проблеми. Відповідно до концепції циркулярної економіки (ЦЕ), до якої приєдналася Україна, рішення завдань полягає у сприянні зменшенню використання ресурсів та енергії через реалізацію інноваційних механізмів, таких як ресурсозаощадження та енергозбереження. В сьогоднішніх умовах, коли з’явились нові виклики у вигляді необхідності відновлення та покращення екологічної ситуації та нагальної потреби у забезпеченні продовольчої безпеки України, додатковим ресурсом мають стати відходи сільського господарства.

В економічних умовах сьогодення найефективніший арсенал заходів пропонується у межах концепції Індустрія 4.0 (І 4.0) [1]. Циркулярна економіка спрямована на максимально ефективне використання ресурсів та мінімізацію відходів, забезпечуючи рівновагу

в сферах виробництва, обігу та споживання. У свою чергу, Індустрія 4.0 використовує цифрові технології, щоб автоматизувати виробничі процеси та збільшити продуктивність діяльності. Концепція Індустрії 4.0 описує використання передових цифрових технологій, таких як Інтернет речей (IoT), робототехніка, штучний інтелект (ШІ) та інше для покращення виробничих та промислових процесів.

Олійножирова галузь України, найдинамічніша галузь переробної промисловості, яка генерує відходів до 22% від об'єму переробки насіння, стикається з проблемою відсутності засобів технологічного оснащення для переробки відходів олійної сировини. Згідно до досліджень, сміття насіння містить до 45% сировини, яка за морфологічними та біохімічними показниками може піддаватися переробці на харчові та кормові потреби, а із лушпиння соняшника можливо вилучити від 2 до 10% олійної домішки та повернути її до основного процесу.

Створення інноваційного обладнання для переробки відходів олійної сировини є нагальним завданням для ангроінженерії.

Основні матеріали дослідження. Сортування зерна та відходів – це різнопланова складна науково-технічна проблема, яка залежно від постановки завдання має різноманітні рішення. Даною проблемою займалися українські науковці: Загородній О. І. і Богомолов О. В., Козаченко О. В.,Бакум М. В., Алієв Е. Б., Котов Б. І., Степаненко С. П. та інші. В їх працях використовуються різноманітні способи аеродинамічної сепарації.

Вимоги при постановці завдання щодо технічного рівня та якості засобів технологічного оснащення стрімко зростають, що вимагає від галузевого машинобудування адекватної реакції. Інновації обладнання вимагають застосування не тільки окремих інструментів із арсеналу Індустрії 4.0, але й комплексного підходу.

Перш за все, необхідним є дослідження показників, притаманних відходам, розробка технологічних схем обладнання з можливостями застосування фізичних принципів, які раніше не використовувалися у сортувальному обладнанні, пропозиції інноваційних рішень мехатроніки, вибір периферійних сенсорів та розробка програмного забезпечення, адаптація технологічних параметрів, інтеграція для застосування інструментарія IoT.

Спираючись на дослідження науковців та згідно даних (табл. 1), [2], найбільш прийнятним методом сортування сміття насіння та лушпиння соняшника може бути обраний аеродинамічний метод оскільки він дав найближче значення вмісту олійної/зернової домішки у порівнянні з результатами ручного сортування.

За даними [2].

Таблиця 1

Результати порівняльного сортування сміття насіння сільськогосподарських культур

Спосіб сортування	Одиниця вимірю-вання	Показник вмісту зернової\олійної домішки		
		вміст у смітті зерна пшениці	вміст у смітті насіння соняшника	вміст у лушпинні насіння соняшника
Ручне сортування	%	25–40	35,0–45,0	5,0–10,0
Ситове сортування	%	3–4	1,5–2,0	1,5–2,0
Аеродинамічне сортування	%	21–30	40,0	4,0–9,0
Пневматичне сортування	%	Блокування фідера та злежування суміші		
Фотоелектронне сортування	%	Відмова обладнання		

Решітний, фотоелектронний, пневматичний методи не можуть бути застосовані у конструкції сортувальної машини для відходів, крім того, із різновидів аеродинамічної сепарації найбільші переваги надає спосіб сортування у висхідному вертикальному повітряному потоці через спрямованость векторів сил, які діють на частинки суміші, вздовж однієї вертикальної осі. Це надає змогу симпліфікації на 2/3 системи керування сортуванням.

За обраним прототипом [3] визначена технологічна схема сортування та виконано чисельне моделювання процесу сепарації відходів насіннєвої суміші соняшнику у пневмосепаруючому каналі [4, 5].

В результаті першого етапу чисельного моделювання процесу сепарації компонентів відходів насіннєвої суміші соняшнику в пневмосепаруючому каналі отримані траєкторії руху її компонентів, які представлені на рис. 1.

Обробка результатів моделювання в програмному пакеті Wolfram Cloud дозволила розрахувати рівняння регресії другого порядку залежності горизонтальної відстані польоту компонентів (лушпиння соняшника і дрібних частинок) від ефективного діаметра, швидкості подачі компонентів і швидкості повітряного потоку. З урахуванням прийнятих умов ефективності процесу сепарації визначено поперечний переріз пневмосепаруючого каналу – квадрат із стороною 220 мм.

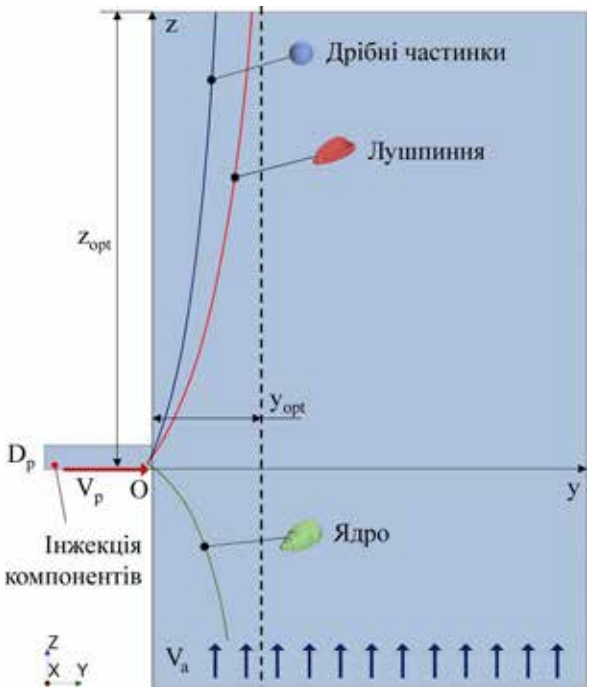


Рис. 1. Траєкторії руху компонентів відходів насіннєвої суміші соняшнику в пневмосепаруючому каналі (за даними [4]).

В результаті другого етапу чисельного моделювання процесу взаємодії потоків відходів насіннєвої суміші і повітря в пневмосепаруючому каналі з використанням програмного пакету Wolfram Cloud розраховано рівняння регресії другого порядку залежності вмісту ядра соняшника в області забірника ядра $\eta_{k\text{-}k}$, продуктивності процесу сепарації q і об'ємних витрат повітря (продуктивність генератора повітряного потоку) Q_a від висоту шару відходів насіннєвої суміші соняшника, що подається, h_p і швидкості повітряного потоку V_a. Враховуючи умову максимізації $\eta_{k\text{-}k}$ і q при мінімальному значені Q_a отримані раціональні значення факторів досліджень: h_p = 0,018 м, V_a = 3,42 м/с. При цьому $\eta_{k\text{-}k}$ = 0,94, q = 122,9 кг/год, Q_a = 588 м3/год.

Експериментальний зразок адаптивної сортувальної машини був досліджений в умовах діючого виробництва на одному із провідних підприємств олійножирової галузі України. Дослідний зразок був оснащений автоматичною системою керування, засобами IoT, дані процесу використовувалися у АСУТП підприємства та у підрозділах підприємства-виробника, що забезпечило оперативний доступ до бази даних засобу. Доведено, що при побудові довірчих інтервалів для експериментальних даних та теоретичної залежності, дані мають подібний характер, і умова ($R_п$ = $R_з$) виконується при схожих параметрах. Але теоретичні результати не потрапляють у межі інтервалів довіри, що підтверджує їх адекватність з довірчою ймовірністю 95%.

В умовах діючого виробництва було виконане додаткове

дослідження, доведено, що теоретичні дослідження компонентів суміші проведені без врахування взаємного впливу компонентів суміші, яка набула нових якостей через явища емерджентності.

Так, лушпиння соняшника, сміття соняшника мають переважну кількість частинок повздовжніх розмірів, які мають розгалуження тіла частинок. У процесі генерації псевдорозрідженого шару частинки суміші вступають у зачеплення одне з одним, ущільняються та утворюють конгломерати, тобто локальні ущільнення, що характеризується збільшенням внутрішнього опору суміші, збільшенням показника опору зсуванню, невизначеністю кута природного укосу та ін. Конгломерати перешкоджають стратифікації (розшаровуванню) суміші, особливо частинок суміші невеликих розмірів, та як визначено дослідами, масова частка жиру та екстрактивних речовин в абсолютно сухій речовині складає майже 10% за рахунок щільної фракції розмірами 0,2-1,0 мм, яка залишаються у суміші та не відсортовуються, а це майже половина сировини, яку можливо використати для потреб виробництва.

Для подолання явищ емерджентності запропонована сепарація сипучої суміші у текучому двостадійному середовищі [6] з послідовним використанням віброінерційного та пневматичного способів генерації псевдорозріджених середовищ, використання у другій стадії способу завислого псевдорозрідженого шару, створення псевдорозрідженого шару низької концентрації у другій стадії способу, що дає змогу додаткового виділення зернової або олійної домішки з розмірами більшими ніж частки аспіраційного виносу, але меншими ніж спроможність пневмосортувального способу видаляти частки розмірами 0,2-1,0мм.

Приведення суміші до початкових умов дослідження за рахунок додаткового способу живлення підтвердила отримані раціональні значення факторів досліджень: h_p = 0,018 м, V_a = 3,42 м/с. При цьому $\eta_{k\text{-}k}$ = 0,94, q = 122,9 кг/год, Q_a = 588 м^3/год.

Висновки. Таким чином, дослідженнями доведено, що за умови додержання раціональних конструктивних та режимних параметрів адаптивного засобу для сортування відходів олійної сировини, мається можливість вилучення олійної домішки у кількості >95%.

Процес сортування потребує тонкого налаштування, комплексної автоматизації та адаптивності процесу.

Список використаних джерел

1.Гришова І.Ю., Яковенко А.О., Степанова М.М. Стійкість циркулярної економіки в контексті розвитку Індустрії 4.0. «Аграрні інновації», №26, 2024. С.167-174. ISSN 2709–4405. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.25

2. Кудрявцев І.М., Луценко М.В., Чурсінов Ю.О. Техніко-економічне обґрунтування доцільності сортування відходів зернових та

олійних культур. Наука, технології, інновації. - № 2 (22) 2022. С. 61–67.

3. Кудрявцев І.М., Бардадим О.В. Патент на корисну модель України №155711. МПК A01F 12/44 (2006.01), B07B 4/02 (2006.01). Сортувальний агрегат колонного типу для тонкого очищення насіннєвих матеріалів. Заявка № u2023 00562. Заявл. 15.02.2023, Опубл. 03.04.2024, Бюл.№14

4. Кудрявцев І.М. Чисельне моделювання процесу сепарації відходів насіннєвої суміші соняшнику в пневмосепаруючому каналі аеродинамічного сепаратора. Техніка, енергетика, транспорт АПК, № 2 (125) / 2024, с.47-55. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-2. http://tetapk.vsau.org/uk/particles/chisel-ne-modelyuvannya-procesu-separaciyi-vidhodiv-nasinnyevoyi-sumishi-sonyashniku-v-pnevmoseparuyuchomu-kanali-aerodinamichnogo-separatora.

5.Алієв Е. Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 2023, 340 с. https://doi.org/10.31073/978-966-540-584-9.

6. Бардадим В.К., Кудрявцев І.М., Бардадим О.В., Ярошкін В.П., Мельник С.М., Мельник М.М. Патент на корисну модель України № 156504, МПК (2024.01). A01F 12/44 (2006/01), B07B 4/00. Спосіб сепарації сипучої суміші у текучому двостадійному середовищі. Заявник ТОВ НВО «Сортувальні машини», № u 2023 05759. Заявл. 29.11.2023. Опубл. 03.07.2024, Бюл. №27.

УДК

ПОЛІПШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛЬНОГО В УМОВАХ АГРОПІДПРИЄМСТВ

Скляр О.Г., к.т.н.,
Голубєв Р.М., аспірант
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Економічний розвиток країни багато у чому залежить від забезпечення постійно зростаючої потреби економіки в моторному пальному. На сьогодні та в найближчій перспективі обсяг споживання нафтопродуктів залишатиметься високим. Науково-технічний прогрес у галузі авто-тракторо-мобілебудування разом із підвищенням екологічних вимог та умов експлуатації енергетичних засобів висуває високі вимоги до якості моторного пального, у тому числі дизельного.

Проблема ресурсозбереження особливо потребує першочергового вирішення в ресурсомістких галузях, до яких

відноситься і аграрна сфера, що споживає значною мірою загальний потік первинних енергоресурсів.

Зменшенню рівня використання ресурсів агропідприємств приділяється значна увага, зокрема вирішуються питання раціонального споживання і використання матеріальних, енергетичних, трудових, інформаційних та фінансових ресурсів.

У сучасних умовах важливим напрямком є підвищення ефективності використання пально-енергетичних ресурсів. Це відповідає програмі розвитку галузі. З урахуванням постійного росту цін на енергоносії потрібно вишукування нових резервів, які дозволили б знизити витрати на пальне з одночасним зниженням токсичності відпрацьованих газів дизельних двигунів. Також це обумовлено великим ступенем зносу енергетичних засобів, але напружена економічна ситуація не дозволяє в повній мірі оновити технічний парк.

Дизельне пальне – одне з найбільш популярних видів пального, що використовується для двигунів внутрішнього згоряння. Воно більш економічне, ніж бензин, до того ж, ціна його дещо нижча . Основними показниками його експлуатаційних властивостей є цетанове число, фракційний склад, в’язкість та густина, чистота пального, температура спалаху, низькотемпературні характеристики пального. На роботу паливної системи і загальні характеристики двигуна в цілому значно впливають якість та склад пального. В основному це стосується потужності і витрат. Неякісне пальне призводить до руйнування двигуна у результаті підвищеного навантаження і зносу рухомих елементів.

Існують два основні шляхи покращення техніко-економічних та екологічних показників дизельних енергетичних засобів:

- модернізація та застосування технічної діагностики;
- застосування хімотологічних заходів (використання ефективних присадок до дизельного пального, фізичні методи обробки пального).

Перший напрямок пов`язаний з великими капітальними вкладеннями і додатковими витратами. Другий напрямок при наявності ефективних і прийнятних за ціною хімічних добавок до нафтопродуктів, або обладнання для його обробки окупається значно швидше.

Суттєві зміни якості дизельного пального виникають в процесі транспортування, зберігання та інших технологічних операціях, що виконуються перед екіпіруванням дизельного рухомого складу.

Окремим аспектам функціонування нафтохімічної промисловості України присвячені праці таких науковців, як П. Топільницький, Б. Бугай, О. Гайдай, С. Зубенко, О. Гринишин, В. Бростов, С. Бойченко та інші [1-3]. Зокрема, праці П. Топільницького присвячені розробленню та впровадженню деемульгаторів для зневоднення нафт, нейтралізаторів та інгібіторів корозії

нафтозаводського обладнання, вивченню дії депресорних присаок у дизельному пальному та зріджених газах, роботи С. Бойченка – проблемам ефективного та раціонального використання пально-мастильних матеріалів та технічних рідин.

Умовно хімотологічні заходи можна розділити на два типи:

- для доведення якості дизельного пального до вимог стандарту;
- для поліпшення експлуатаційних властивостей пального понад вимог специфікації і отримання пального особливої якості.

Використання багатофункціональних пакетів добавок для дизельного пального дозволяє підтримувати чистоту системи впорскування палива двигуна на необхідному технічному рівні. При цьому значно знижується рівень викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах – сажі, незгорілих вуглеводнів, чадного газу і оксидів азоту, а також на 2-5 % знижується витрата дизельного пального і, відповідно, виділення вуглекислого газу [4-5].

Таким чином, застосування хімотологічних заходів покращення якості дизельного пального повинне оптимізувати зміну технічного стану дизелів, зменшити витрату дизельного пального, покращити екологічні показники двигунів енергетичних засобів, що дозволить зменшити витрати підприємств на екологію.

Список використаних джерел

1. Залежність зневоднення нафт від їх фізико- хімічної характеристики. Ю. В. Голич, С. В. Бойченко, П. І. Топільницький, В. В. Романчук. Нафтогазова галузь України. 2015. № 1. С. 25–30.
2. Екологічні та експлуатаційні характеристики палива моторного біологічного Е-85. Гайдай О. О., Зубенко С. О., Полункін Є. В., Пилявський В. С.Матеріали збірника наукових статей III Всеукраїнського з'їзду екологів. Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 308–310.
3. Бойченко С. В. Моторні палива і масла для сучасної техніки: монографія / С. В. Бойченко, С. В. Семенов, В. Г. Бурлака. К.: НАУ, 2005. 216 с.
4. Ткачук В. В. Оцінка якості світлих нафтопродуктів В. В. Ткачук Товари і ринки. К.: КНТЕУ. 2014. № 1. С. 131–138.
5. Ткачук В. В. Проблеми і перспективи формування і розвитку ринку біопалив в Україні / В. В. Ткачук, Т. В. Божидарнік, О. Ю. Речун. Економічний часопис XXI. 2014. С. 45–48.

УДК 631. 362

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОМБІНОВАНОГО ДІЕЛЕКТРИЧНО-АЕРОДИНАМІЧНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЯ

Шокарев О.О., магістр,
Шокарев О.М., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

В усіх галузях сільськогосподарської та харчової промисловості необхідне очищення насіння і зерна, які були отримані з поля, щоб привести їх якість у відповідність до споживчих стандартів, визначених державою. Виникає необхідність в підвищенні надійності сепарації [1,2]. При сепарації насіння, як зернових культур так і масляничних, на стаціонарному пункті використовується аеродинамічний сепаратор. Одним із напрямків підвищення надійності технологічного процесу сепарації насіння передбачається використання електричного поля в аспіраційному каналі. Передбачається, що насіння з бункера живильником постачається через патрубок введення у аеродинамічний вертикальний канал із діелектричною навиткою [1]. При падінні насіння всередині каналу під дією сили тяжіння, назустріч їм всмоктується повітряний потік та діє електричне поле, що створюється діелектричною навиткою, розміщеною на зовнішній поверхні цього каналу, виконаного із пластмаси. В результаті взаємодії аеродинамічних та електричних сил, відбувається розщеплення вертикальної траєкторії руху насінин, із подальшим їх перерозподілом по фракціям питомо-важких насінин та питомо-легких [3,4].

Для обґрунтування основних конструктивних та технологічних параметрів запропонованого сепаратора необхідно провести експериментальні дослідження [3]. Метою експериментальних досліджень є визначення експериментальним шляхом основні раціональні конструктивно-технологічні параметри запропонованого аеродинамічного сепаратора насіння, а саме:

а) раціональні велична швидкості повітряного потоку у аспіраційному каналі сепаратора;

б) раціональна довжина аспіраційного каналу сепаратора;

г) раціональний діаметер патрубка введення насіння в канал вертикальної аспірації сепаратора із бункера;

Величина швидкості повітряного потоку всередині діелектричного аспіраційного каналу сепаратора є важливою складовою загальної якості роботи розробленого сепаратора насіння.

При випаданні із патрубку введення насіння потрапляє при падінні до каналу, створеному його бічними стінками, в якому на

насіння діють сила тяжіння, сила повітряного опору та діелектрична сила аеродинамічного притягнення до навитки, що розташовано із зовнішнього боку цього каналу та має живлячий електричний струм високої напруги. В результаті взаємодії насіння із силами аеродинамічного опору, насіння починає при русі зверху-донизу розщеплювати свою вертикальну траєкторію, тобто відклонятися від своєї вертикальної траєкторії.

Таким чином, в ході проведення експериментальних досліджень необхідно визначити раціональну величину швидкості повітряного потоку, що просмоктується всередині аеродинамічного каналу сепаратора. Для цього, проведяться дослідження за наступною методикою.

Виготовляється мішень для фіксації насіння після його випадання із нижнього кінця вертикального діелектричного каналу сепаратора. В ході проведення експериментальних досліджень, всередині вертикального аспіраційного каналу за допомогою спеціального електричного вимірювача малих швидкостей повітряного потоку необхідно встановлювати швидкість повітряного потоку від мінімальної до максимально припустимої з інтервалом у 0.5 м/с. За отриманим в ході експериментальних досліджень даними будується графік залежності відстані рознесення насіння із найменшою питомою масою у залежності від швидкості повітряного потоку всередині вертикального аспіраційного каналу сепаратора.

Раціональна довжина вертикального аспіраційного каналу сепаратора є одним із важливих конструктивних параметрів. При недостатній величині довжини вертикального каналу, буде отримана мала величина розщеплення вертикальної траєкторії руху насіння, що в результаті призведе до негативного явища міграції неякісного питомо-легкого насіння.

Для визначення в ході експериментальних досліджень раціональної величини діаметру вертикального діелектричного каналу сепаратора проведемо серію досліджень за наступною методикою.

Всередині вертикального каналу сепаратору встановимо раціональну швидкість повітряного потоку.

Величину швидкості повітряного потоку всередині діелектричного вертикального каналу сепаратора будемо встановлювати за допомогою зміни частоти обертання осьового вентилятору та контролюючи величину швидкості за допомогою електричного вимірювача малих швидкостей повітряного потоку.

За допомогою ЛАТРІВ та потрібної кількості живлячих трансформаторів типу ТА-163 слід встановити раціональну величину живлячої напруги на біфілярній навитці.

Вимірявши максимальний радіус рознесення найбільш питомо-легкого насіння, при збільшенні відстані польоту насіння від 0.3 м до 0.9 м, буде збудовано графік та зроблено висновок про раціональну

довжину вертикального діелектричного потоку сепаратора.

Діаметр патрубку введення насіння є однією із найбільш важливих параметрів, що визначає продуктивність та економічну ефективність роботи запропонованого сепаратора.

З метою визначення експериментальним шляхом раціонального діаметру патрубку введення насіння в вертикальний канал, необхідно провести серію досліджень наступним чином:

Підібрати та закріпити у робочому положенні чотири кутники 45˚ пластикової труби, діаметром 32мм, 40мм, 50мм, 70мм.

Виготовити, для проведення експериментальних досліджень лабораторну установку, що імітує постачання насіння у вертикальний канал із діелектричною навиткою реального насіння, що складається із бункера, із якого насіння під дією сили тяжіння постачаються у піддослідні патрубки введення різного діаметру.

За отриманими даними, будуються графіки залежності пропускної здатності пристрою для введення насіння в вертикальний канал запропонованого сепаратора, в залежності від його діаметру.

За результатами побудованих графіків з'являється можливість порівняти показники якості сепарації комбінованого діелектрично-аеродинамічного сепаратора насіння з аеродинамічним сепаратором.

Список використаних джерел

1. Results of experimental research in separator dielectric aspiration channel / O. Shokarev, S. Kiurchev, O. Shokarev, A. Rud , O. Gorbovy // Engineering for Rural Development. 2021. Vol. 20. P. 1611–1616. DOI: 10.22616/ERDev.2021.20.TF346.

2. Шегеда К.О., Шокарев О.М. Шокарев О.О. Аналіз пристроїв для сепарації обчісаного вороху сільськогосподарських культур. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету, Вип. 4, Т. 2. Мелітополь: ТДАТУ, 2014.

3. Шокарев О.О., Кюрчев С.В. Методика обгрунтування конструктивно-технологічних пара-метрів діелектрично-аеродинамічного сепа-ратора насіння Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2015. Наукове фахове видання. Вип.15.Т.3. С. 280–287

4. Шокарев О.О., Кюрчев С.В Алгоритмічна модель роботи аеродинамічного сепаратора із діелектричною навиткою. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенко. Технічні науки.-Харків, 2015. Наукове фахове видання. Вип.156. С. 92–96

УДК 636.084.7

ВИБІР КОРМОРОЗДАВАЧА-ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ФЕРМИ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Дереза О.О., к.т.н., доц.,
Дереза С.В., ст. викл.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. На сьогоднішньому етапі розвитку тваринництва в Україні одним із найважливіших напрямів підвищення продуктивності великої рогатої худоби є професійне використання сучасних кормозмішувачів-міксерів, за допомогою яких можна приготувати, доставити до місця згодовування і роздати тваринам збалансовані за складом кормові суміші [1,2].

Основні матеріали дослідження. Використання кормороздавачів-змішувачів дозволяє реалізувати на тваринницькій фермі технологію змішаного годування худоби. Основа такої технології - постійне поїдання твариною корму, що складається з необхідних компонентів раціону, змішаних у визначених пропорціях, з певними структурними властивостями. Раціон необхідно складати в кожному господарстві на базі наявних кормів для кожної статево-вікової групи тварин з урахуванням багатьох інших чинників.

Вибираючи кормороздавач в господарство, враховуються вимоги, які висуваються до будь-якої машини: низька ціна; надійність (забезпечення щоденної безвідмовної роботи); низьке енергоспоживання (потужність трактора, витрата ПММ); низька вартість обслуговування; простота обслуговування і експлуатації; наявність якісного сервісу; тривалий термін служби [1,2,3,4].

Повна назва машини - подрібнювач-змішувач-роздавач кормів. Вже з назви зрозуміло, що в бункері такої машини відбуваються різні технологічні процеси, причому деякі з них - одночасно.

Сьогодні кормороздавальна техніки представлена великою кількістю різних моделей і конструкцій з бункерами місткістю від 3 до 45 м^3. За типом агрегатування кормороздавачі-міксери діляться на самохідні, причіпні і стаціонарні, за розміщенням робочих органів - на агрегати з горизонтальними і вертикальними шнеками.

Зараз найбільше затребувані кормозмішувачі з вертикальними шнеками. За останні роки їхня частка на європейському ринку збільшилась до 80%. Вони прості, надійні в експлуатації, ефективні в роботі. Такі машини під час роботи менше ушкоджують структуру кормів, що сприятливо позначається на якості отримуваної кормової суміші. Цикл змішування триває 5–8 хвилин.

Кормозмішувачі з горизонтальними шнеками рівномірніше роздають готову кормосуміш і можуть подрібнювати коренеплоди, якщо ті присутні в раціоні. Недоліками горизонтальних моделей є погана робота під час подрібнення соломистих кормів, порушення структури компонентів змішуваної маси, що призводить до зниження якості готової кормосуміші.

З чого починати вибір? Необхідно правильно розрахувати потрібний робочий об'єм бункера агрегату. При аналізі потрібно враховувати:

- загальне поголів'я тварин на фермі;
- на яке поголів'я розраховане кожне тваринницьке приміщення;
- періодичність роздавання корму (скільки разів на добу);
- основні компоненти корму;
- наявність різних груп великої рогатої худоби на фермі;
- чи передбачається збільшення поголів'я найближчим часом;
- відстань між корівниками та місцями зберігання кормів;
- з яким трактором повинен працювати агрегат.

Варто взяти до уваги, що міксер за одну роздачу повинен видати корм на все поголів'я корівника. Так рекомендують експерти, інакше тварини, яким не вистачить корму, будуть в стресовому стані, що негативно позначиться на надої або на прирості живої маси.

Добова потреба в кормі дійної корови становить близько 43-45 кг, з яких 40-45% - суха речовина, а волокнистий корм - 1,5-3,0 кг. При такому співвідношенні інгредієнтів одним кубометром кормосуміші на добу можна нагодувати в середньому 6 корів. Тобто, число 6 буде визначальною точкою. Простий розрахунок на 200 голів буде виглядати так: 200 корів:6:2 = 16,7 м³, де 2 - це кількість видач корму на добу.

Тобто, бункер кормозмішувача повинен мати об'єм 16,7 м³, щоб задовольнити потреби одного корівника. Але також слід пам'ятати, що до цього обсягу бажано додати ще 5-7%, тому що завжди має залишатися невелика кількість нез'їденого корму. Таким чином: 16,7 × 1,07 = 17,8 м³.

При умові що час завантаження, змішування, транспортування і роздавання кормової суміші триває 30…40 хвилин кормороздавач-міксер з таким об'ємом бункера здатен обслуговувати ферму ВРХ до 1000 голів.

Не слід також забувати про габаритні розміри в'їзних воріт і ширину проїзду між годівницями в тваринницькому приміщенні. Часто при утриманні худоби в реконструйованих тваринницьких приміщеннях побудованих ще в минулому столітті виникають проблеми з проїздом кормороздавача-міксера не тільки в самому приміщенні, а і при розворотах його в агрегаті з трактором за межами приміщення. Тому слід обов'язково звертати увагу на наступні моменти:

- яка ширина і висота в'їзних воріт тваринницького приміщення;
- куди роздається кормосуміш (в годівниці чи на кормовий стіл);
- яка ширина проїзду в приміщенні;
- яка висота і ширина годівниць;
- чи є наскрізні проїзди;
- чи достатньо місця для розвороту кормороздавального агрегату;
- який стан дорожнього покриття на тваринницькій фермі.

При наявності в тваринницькому приміщенні кормового столу ніяких проблем не виникає. Але слід мати на увазі, що деякі кормороздавачі-змішувачі мають невелику висоту роздавання і не зможуть працювати в приміщенні, де занадто високі годівниці. У такому випадку доведеться або демонтувати старі конструкції годівниць і переходити на кормовий стіл, або вибирати моделі з високим розміщенням вивантажувального вікна чи транспортера.

Слід також звернути увагу на місцезнаходження сховищ кормів та на стан доріг. Якщо передбачається транспортування корму на великі відстані і по вибоїстих дорогах (що часто зустрічається на практиці), то краще зупинитися на моделі кормороздавача-змішувача тандемною підвіскою.

В Україні кормороздавачі-змішувачі представлені переважно європейськими виробниками або вітчизняними аналогами. Кожна модель має свої конструктивні особливості. Тому слід звертати увагу і на них (спосіб роздавання, форма бункера, кількість ножів та контрножів, наявність вловлювачів феромагнітних домішок тощо).

Кормороздавачі-змішувачі можуть мати одне або декілька розвантажувальних вікон. Два вікна дають змогу роздавати кормову суміш одночасно на дві сторони. Якщо є необхідність в подачі корму на певну відстань від бункера, то у вікно може встановлюватися конвеєр. Деякі моделі замість вивантажувального вікна мають поперечний транспортер, яким можна реверсивно подавати кормосуміш в обидві сторони.

Форма бункера може бути або гладкою, або секторною. Остання покращує та прискорює різання стеблових компонентів кормосуміші та збільшує жорсткість бункера. Варто звернути увагу і на те, наскільки витягнутий бункер по довжині. Часто одношнекові вертикальні кормозмішувачі мають форму сильно витягнутого овалу, що призводить до утворення «мертвих» зон. Як наслідок якість перемішування складових кормової суміші значно знижується.

Чим більше ножів на шнеку, тим краще та швидше здійснюється подрібнення компонентів кормосуміші. Ножі можуть бути загартованими або зі спеціальним покриттям для збільшення їх ресурсу. Ножі також відрізняються формою (бувають прості і об'ємні, що збільшує їх міцність). Краще коли ножі на шнеку будуть взаємозамінними, матимуть регульований кут різання і будуть придатними для заточування. В бункер може бути вмонтовано один або

декілька контрножів з ручним або дистанційним регулюванням, що значно прискорює процес подрібнення.

Наявність в конструкції вловлювачів феромагнітних домішок дозволяє максимально очистити кормову суміш від металевих часток. Вловлювачі можуть розміщуватись або на витках шнеку (ефект очищення кращий) або на стінках вивантажувального вікна.

При виборі кормороздавача-змішувача слід прискіпливо ознайомитись із блоком індикації та програмування. У деяких виробників у базовій комплектації змішувача є звичайний індикаторний дисплей, що відображає поточну вагу. В опціях може бути електронний блок, яким можна задавати граничні значення маси всіх інгредієнтів. Програмування може здійснюватися як вручну (кнопками на блокові) так і USB-носієм або на відстані.

Слід звернути увагу також на наявність гальм на кормороздавачеві-змішувачі. Деякі моделі мають тільки стоянкові гальма.

Висновки. Як видно з вище викладеного, вибір кормороздавача-змішувача для ферми ВРХ має дуже багато нюансів, і для оптимального вибору дуже важливо, щоб всі особливості було правильно проаналізовані та враховані.

Список використаних джерел

1. Скляр О. Г. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт / О. Г. Скляр та інш. Мелітополь: Люкс, 2019. 303 с.

2. Болтянський Б. В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б. В. Болтянський та інш. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

3. Скляр Р. В. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р. В. Скляр та інш. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.

4. Дереза С. В. Проектування та монтаж техніки агропромислового виробництва»: курс лекцій / С. В. Дереза та ін. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 196 с.

УДК 633.16:631.523

МЕХАТРОННІ КОМПЛЕКСИ, ВИЗНАЧЕННЯ, ЗАСТОСУВАННЯ

Швець С. С. студент,
Калина В.С. доц.
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро.

Мехатроніка – це міждисциплінарна галузь, що поєднує механіку, електроніку, інформатику та системи керування для розробки інтегрованих автоматизованих систем. Мехатронні комплекси відіграють ключову роль в автоматизації промислових, медичних, аграрних та транспортних процесів, забезпечуючи високу точність, ефективність і надійність роботи. Їх застосування значно підвищує продуктивність, знижує вплив людського фактора та забезпечує точне виконання складних завдань.

1. Визначення мехатронних комплексів

Мехатронні комплекси – це системи, що поєднують механічні компоненти, електроніку і програмне забезпечення для автоматизованого виконання різноманітних завдань. Ці системи складаються з кількох ключових підсистем, які включають:

- Механічні елементи: відповідальні за фізичні операції і виконання дій, наприклад, через роботизовані маніпулятори або інші виконавчі механізми [1].

- Електронні компоненти: датчики і контролери, які збирають та обробляють інформацію з метою керування механічними елементами [3].

- Програмне забезпечення та системи керування: це «мозок» комплексу, що приймає рішення на основі даних від сенсорів і здійснює контроль над усіма компонентами системи [4].

2. Структура мехатронних комплексів

Мехатронні комплекси складаються з кількох основних підсистем, які виконують різні функції, але діють як єдиний комплекс:

- Сенсорні системи: Вони збирають дані про середовище або об’єкт керування (наприклад, вимірювання температури, тиску, положення). Сенсори відіграють вирішальну роль у забезпеченні точної роботи комплексу, дозволяючи системі адаптуватися до змін у реальному часі [6].

- Контролери: Вони отримують інформацію від сенсорів і приймають рішення на основі алгоритмів або запрограмованих моделей, керуючи механічними елементами [5].

- Виконавчі механізми: Ці системи відповідають за фізичні дії, такі як переміщення об'єктів або робота з інструментами. Вони реалізують команди, отримані від контролерів [3].

3. Застосування мехатронних комплексів

Мехатронні комплекси мають широкий спектр застосувань у різних галузях:

- Промисловість: Мехатронні комплекси широко використовуються у виробничих лініях для автоматизації процесів. Це включає роботизовані системи для точного складання автомобілів, електроніки та інших складних виробів. Автоматизовані системи дозволяють зменшити кількість браку і підвищити ефективність виробництва [2].

- Аграрний сектор: Автоматизація в сільському господарстві дозволяє підвищити ефективність збирання врожаю, обробки землі та догляду за рослинами. Мехатронні системи також використовуються для автоматизованого виробництва кормів із точним дозуванням добавок, що підвищує якість готового продукту [1],[7].

- Медицина: Мехатронні комплекси застосовуються в хірургії, діагностиці та реабілітації. Роботи-хірурги дозволяють проводити операції з високою точністю, мінімізуючи ризики для пацієнтів, тоді як автоматизовані діагностичні системи забезпечують швидке та точне обстеження [8].

- Транспорт: В автомобільній промисловості мехатронні системи використовуються для розвитку автономних транспортних засобів і вдосконалення систем активної безпеки, таких як системи запобігання зіткненням і автономного гальмування [3].

4. Переваги мехатронних комплексів

Мехатронні комплекси мають низку переваг, які роблять їх надзвичайно ефективними для автоматизації різних процесів:

- Висока точність і продуктивність: Завдяки автоматизації складних операцій, мехатронні системи дозволяють досягати високої точності та підвищеної продуктивності без значного втручання людини [4].

- Гнучкість і адаптивність: Мехатронні комплекси можуть адаптуватися до змінних умов роботи і швидко налаштовуватися під нові завдання, що дозволяє їх використовувати в умовах динамічних виробничих процесів [5].

- Ефективність використання ресурсів: Висока точність керування знижує витрати на сировину та енергію, а також мінімізує втрати від браку [1].

- Надійність та безпека: Мехатронні системи використовують передові алгоритми для виявлення та попередження несправностей, що забезпечує надійну роботу і зменшує ризик аварій [7].

5. Виклики та перспективи розвитку

Мехатронні комплекси мають багато переваг, їх впровадження стикається з певними труднощами:

- Висока вартість впровадження: Створення та налаштування мехатронних комплексів потребує значних фінансових витрат, що

може стати бар'єром для малих та середніх підприємств [2].

- Складність інтеграції: Інтеграція мехатронних комплексів у традиційні виробничі процеси може вимагати значних змін і модернізації існуючих систем, що є складним і дорогим завданням [6].

- Потреба в висококваліфікованих спеціалістах: Розробка, налаштування та підтримка мехатронних комплексів вимагає інженерів з широкими знаннями в області мехатроніки, що потребує додаткових витрат на навчання персоналу [5].

6. Майбутнє мехатронних комплексів

Майбутнє мехатроніки тісно пов'язане з розвитком інноваційних технологій, таких як штучний інтелект, інтернет речей (IoT), машинне навчання та технології доповненої реальності. Очікується, що ці технології дозволять мехатронним системам стати ще більш автономними, забезпечуючи самонавчання і здатність приймати рішення в режимі реального часу. Це відкриє нові можливості для їх застосування у таких сферах, як розумні фабрики та автономні транспортні системи [7], [1].

Висновок. Мехатронні комплекси є ключовим елементом автоматизації сучасних виробничих процесів. Вони дозволяють підвищити продуктивність, зменшити витрати на виробництво і забезпечують точне виконання складних завдань у різних галузях. Однак їх впровадження потребує значних інвестицій та висококваліфікованих спеціалістів. Зі зростанням ролі штучного інтелекту та інтернету речей, мехатронні комплекси мають великий потенціал для подальшого розвитку та удосконалення.

Список використаних джерел

1. Isermann, R. (2005). Mechatronic Systems: Fundamentals. Berlin: Springer.

2. Shetty, D., & Kolk, R. A. (2010). Mechatronics System Design. New York: Cengage Learning.

3. Bishop, R. H. (2002). The Mechatronics Handbook. Boca Raton: CRC Press.

4. Bolton, W. (2015). Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering. London: Pearson Education.

5. Craig, J. J. (2012). Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Boston: Pearson.

6. Hsu, T. R. (2017). Mechatronics: Electromechanics and Contromechanics. Cambridge: Cambridge University Press.

7. Zhang, L., Ding, H., & Zhang, W. (2018). Recent Advances in Mechatronics and Automation. Singapore: Springer.

8. Nof, S. Y. (1999). Handbook of Industrial Robotics. New York: Wiley.

УДК 620.1.631

ПЕРСПЕКТИВА ЗБІЛЬШЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ЕЛЕКТРОКУЛЬТУРИ

Ахтемов С.Е., студент 21ГМ гр.,
Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.,
Самойчук К.О. д.т.н., проф.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь.

Постановка проблеми. Сучасний світовий контекст вимагає постійного пошуку нових методів у сільському господарстві, оскільки зростаюча популяція людей та зміни клімату ставлять під загрозу продовольчу безпеку та стійкість сільськогосподарського виробництва [1]. Нестабільність погодних умов, надмірне використання хімічних пестицидів та добрив, а також виснаження ґрунтів є серйозними проблемами, які потребують інноваційних рішень.

Основні матеріали дослідження Впровадження електрокультури, основаної на використанні електричного потенціалу між ґрунтом та рослиною, відкриває нові перспективи для підвищення продуктивності та якості сільськогосподарських культур [2,3]. Цей метод сприяє оптимізації фізіологічних процесів рослин, зокрема збільшенню абсорбції поживних речовин та покращенню фотосинтетичної активності. Крім того, електрокультура може знижувати використання хімічних добрив і пестицидів, що сприяє зменшенню впливу на навколишнє середовище та забезпечує більш екологічно чисте виробництво [2].

У контексті змінюваних кліматичних умов, електрокультура дозволяє рослинам краще адаптуватися до стресових ситуацій, таких як посухи або забруднення ґрунтів, що забезпечує стабільність врожаю в умовах невпевненості. Таким чином, впровадження електрокультури не лише сприяє підвищенню виробничого потенціалу аграрного сектора, а й є важливим кроком у напрямку сталого розвитку сільськогосподарського виробництва [4]. Розглянемо тези на користь впровадження електрокультури та їх підтвердження в аргументах в табл. 1 [1,2,5].

Впровадження електрокультури в сільському господарстві виявляється важливим кроком у модернізації аграрного сектору, спрямованим на вирішення актуальних проблем продовольчої безпеки, екологічної стійкості та ефективності виробництва. Цей метод ґрунтується на використанні електричного потенціалу між рослиною та ґрунтом, що значно покращує фізіологічні процеси рослин [1].

Таблиця 1

Тези та аргументи щодо потенціалу впровадження електрокультури

Теза	Аргумент 1	Аргумент 2
Електрокультура збільшує абсорбцію поживних речовин	Електричні поля стимулюють розрізнення йонів у ґрунті, що покращує їх доступність для рослин.	Підвищена активність іонних насосів під впливом електричного поля сприяє ефективнішому забезпеченню рослин поживними речовинами. Оптимізація живлення дозволяє рослинам краще рости і формувати плоди.
Покращення фотосинтезу	Електричні стимулятори сприяють активації фотосинтетичних процесів, що збільшує вироблення органічних речовин.	Зменшення стресу рослин за допомогою електрокультури дозволяє їм ефективніше використовувати сонячне світло, що впливає на загальну продуктивність.
Захист від шкідників та хвороб	Електричні поля можуть знижувати кількість шкідників та хвороб, що зменшує потребу у хімічних обробках.	Підвищена стійкість рослин до патогенних мікроорганізмів через активацію їхньої імунної системи за допомогою електрокультури сприяє здоров'ю рослин.
Екологічна стійкість	Використання електрокультури зменшує потребу у хімічних добривах та пестицидах, що позитивно впливає на навколишнє середовище.	Зменшення залежності від хімічних засобів сприяє підвищенню екологічної чистоти сільськогосподарського виробництва, що важливо для сталого розвитку.
Підвищення стійкості до стресових умов	Електрокультура сприяє збільшенню стійкості рослин до екстремальних умов, таких як посуха або забруднення ґрунту.	Регулювання росту рослин та їхніх фізіологічних процесів під дією електричних полів підвищує їхню адаптивність до змінюваних умов середовища, що забезпечує стабільну врожайність.
Підвищення якості продукції	Електрокультура сприяє покращенню якості продукції через підвищення концентрації корисних речовин та поліпшення вигляду рослин.	Оптимізація фізіологічних процесів рослин під дією електричних полів сприяє формуванню продукції з вищими органолептичними характеристиками.

Електрокультура сприяє покращенню абсорбції поживних речовин рослинами шляхом стимулювання іонних процесів у ґрунті, що забезпечує їх оптимальне харчування та здоров'я. Крім того, вона підвищує рівень фотосинтезу за участю електричних стимуляторів, що

сприяє ефективнішому використанню сонячного світла [2]. Зменшення залежності від хімічних добрив та пестицидів завдяки електрокультурі сприяє покращенню екологічної чистоти сільськогосподарського виробництва та зменшує його негативний вплив на довкілля. Також впровадження електрокультури дозволяє рослинам краще адаптуватися до екстремальних умов, що є важливим чинником у забезпеченні стійкості вирощування в умовах змінюваного клімату.

Висновки. Отже, електрокультура не лише сприяє підвищенню врожайності та якості сільськогосподарської продукції, а й є стратегічно важливим інструментом для досягнення сталого розвитку сільського господарства, забезпечення продовольчої безпеки та збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь

Список використаних джерел

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

2. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250с.

3. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: ММД, 2020. 428с.

4. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences. 2020. 5. 51–59 pp.

5. Ковальов О.О, Самойчук К.О., Необхідні умови забезпечення конкурентоздатності україни на світових ринках продуктів харчування. Матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії» (3-4 листопада 2022 р). – вид. ФОП Гордієнко Є.І., Черкаси, 2022 с. 143–146

UDC 631.36

WAYS TO IMPROVE THE OPERATION PROCESS OF ROLLER-DIE PRESS-GRANULATORS

Komar A., engineer
Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university, Zaporizhzhia.

Problem statement. The results of research on resource conservation and energy efficiency of complex technological processes widely used in industry have shown that in the agro-industrial complex one of the technological processes that meets the criteria of resource conservation and energy efficiency is press granulation. In press granulators, agricultural raw materials are processed in the production of granulated compound feed and their individual components, in the production of fuel pellets from agricultural waste, and also for the purpose of obtaining granulated intermediate products. At the same time, press granulation is an energy-intensive process, and the relevance of its improvement is quite high. One of the feasible ways to improve the press granulation process is to develop new and optimize existing designs of press granulators. [1-3].

Main research materials. In Ukraine and abroad, roller-matrix press granulators are most common. One of the feasible ways to improve the press granulation process is to develop new and optimize existing designs of press granulators. However, a review of scientific sources gives reason to believe that over the past twenty years, the designs although domestic and foreign ring die pressing mechanisms have reached a higher technical level, their structural features have changed insignificantly. (advance) between the matrix and each of the pressing rollers, it follows that the working process of all existing and newly designed ring die pellet mills is characterized by lateral extrusion of the product. Lateral extrusion – the movement of the material in the direction of the ends of the working bodies and its extrusion beyond the contact area - is especially pronounced in the lagging zone and less intense in the extrusion zone into the die dies. The intensity of the transverse flow of the material is determined by its stress state in the wedge-shaped space, and also depends significantly, like the stress state itself, on a number of factors: structural and mechanical (rheological) properties of the processed product (yield limits under compression, contact friction coefficient), design parameters of the pellet mill [3].

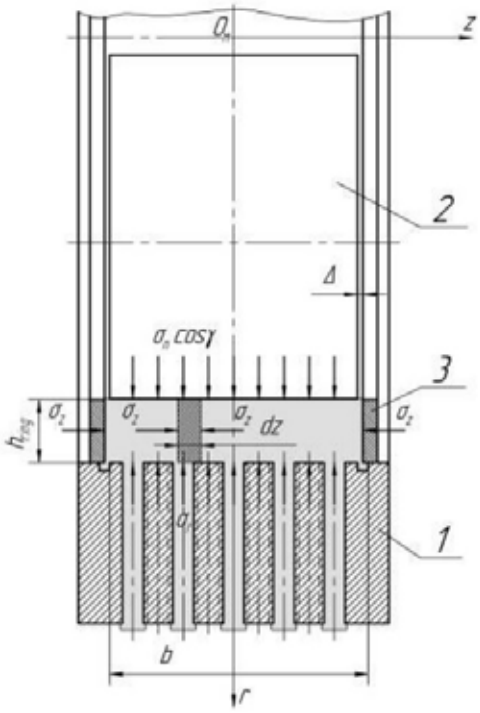
As a result of lateral extrusion of the material, the productivity of the pellet mill is significantly reduced. Part of the material extruded beyond the working area is sent for repeated compression, which increases the energy consumption for granulation. When improving the granulation process in ring-die pellet mills, the process of lateral extrusion and the disadvantages associated with it have not yet been taken into account by either domestic or foreign specialists. From the analysis of the area of extrusion into the dies

and the advance zone) between the matrix and each of the pressing rollers, it follows that the working process of all existing and newly designed ring-die pellet mills is characterized by lateral extrusion of the product. Lateral extrusion - the movement of the material in the direction of the ends of the working elements and its extrusion beyond the contact area - is especially pronounced in the lag zone and less intense in the extrusion zone into the die. The intensity of the transverse flow of the material is determined by its stress state in the wedge-shaped space, and also depends significantly, like the stress state itself, on a number of factors: structural and mechanical (rheological) properties of the processed product (yield limits under compression, coefficient of contact friction), design parameters of the press granulator [3]. As a result of lateral extrusion of the material, the productivity of the press granulator is significantly reduced. Part of the material extruded beyond the working area is subject to repeated compression, which increases energy consumption for granulation. When improving the granulation process in press granulators with a ring matrix, the process of lateral extrusion and the associated shortcomings have not yet been taken into account by either domestic or foreign specialists.

The pressing process without lateral extrusion is possible only under conditions when the contact surfaces of the working bodies of the pellet press form a closed contour of the cross-section of the product layer. This can be ensured by creating additional contact end surfaces that allow the implementation of a flat deformed state of the pressed material in the zones of lagging and extrusion into the die dies. An important task of studying the multiparameter nonlinear process of press granulation in a roller-matrix pellet press is its mathematical description. The mathematical model of the pressing process should reflect the energy state of the "pellet press - waste material" system, which acts as its internal characteristic.

In pellet presses with an end limitation of the wedge-shaped space between the working bodies, mechanical energy is transferred to the pressed material through the contact surfaces of the matrix, pressing rollers and limiting rings. It is advisable to consider the stress state of the elementary volume of the product on these surfaces as a measure of the transferred energy, which is the basis for determining the parameters of the effect characterizing the granulation process. Thus, it is necessary to describe the stress state of the pressed material in the wedge-shaped space between the working parts of the pellet press [4].

Under the conditions of a flat deformed state, supplied with limiting rings, the displacement w, M, of the product along the Omz axis are equal to zero. In a closed wedge-shaped space, compression of the transverse deformation of the elements occurs, each of which, in accordance with Fig. 1, can be distinguished in the layer of pressed material by two sections perpendicular to the Omz axis and located at a distance dz from each other In the skin, due to these retinas, the movement of w is caused by normal axial stresses σz, Pa.



1 - ring matrix; 2 - roller that presses; 3 - limiting ring

Fig. 1. Cross-section of a layer of pressed material in a closed wedge-shaped space of a pellet press:

Visnovki. It has been established that one of the important ways to improve the process of press granulation is the development of new and optimization of existing designs of press granulators.

References

1. Komar A.S. The feasibility of granulating and briquetting animal feed and poultry feed. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. IV Міжнар. наук.-практ. конф. мол. учених. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С. 195–196.

2. Комар А.С. Аналіз конструкцій пресів для приготування кормових гранул та паливних брикетів / Н.І. Болтянська, А.С. Комар // Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2018.- Вип.8. Т.2. - С. 44–56.

3. Болтянська Н.І. Обґрунтування шляхів вдосконалення процесу гранулювання у прес-грануляторах з кільцевою матрицею / Н.І. Болтянська, А.С. Комар // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка: Наукове фахове видання. Вип.199. Харків: 2019. С. 176-185.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Шляхи підвищення якості виробництва біодобрив. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 14, том 2. №3. DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-2-2. URL: https://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/808

УДК 631.3

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Скляр О. Г., к.т.н.,
Скляр Р. В., к.т.н.,
Григоренко С.М., інженер
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Зростання вартості міндобрив, обмеження доступу до фінансових ресурсів змушує сільгосппідприємства шукати альтернативні шляхи забезпечення посівів поживними речовинами. Одним із таких способів удобрення є застосовування органічних добрив (наприклад, гною та гноївки), які виробляються в господарствах і є відходами тваринництва [1].

Рідкі органічні добрива (РОД) можна застосовувати як основне удобрення, а також для підживлення рослин у ранній період вегетації. Перед твердими вони мають низку переваг: їх застосовують рівномірно, вносять на задану глибину; застосування розчинів дозволяє також підвищити рівень механізації та зменшити витрати праці та матеріально-технічних ресурсів для навантаження й розвантаження добрив [2]. У господарствах РОД вносять двома способами: поверхневим із наступним їх загортанням і внутрішньоґрунтовим.

Машини для поверхневого внесення гноївки виконують технологічний процес у такий спосіб: цистерна в агрегаті з трактором під'їжджає до накопичувального резервуара РОД, після цього усмоктувальний патрубок вакуумного насоса з'єднують із цистерною. Вмикається ВВП трактора, який приводить у дію вакуумний насос. Насос створює вакуум, завдяки чому рідкі добрива [2] засмоктуються в цистерну з місткостей завглибшки до 6 м. Після заповнення заправний рукав від'єднують. Трактор транспортує цистерну з РОД на поле.

Для підвищення якості поверхневого внесення РОД більшість виробників обладнують машини штангою, на якій закріплена розподільча головка з рукавами, через які здійснюється внесення добрив. На штангах установлюють різні за конструкцією розпилювачі: щілинні, відбійні щитки, обертові насадки й ін. Така конструкція розподільчого пристрою дозволяє вносити добрива [3] на всю ширину захвату. Отже, якість унесення добрив такими машинами вища порівняно з тими, що обладнані відбійними щитками.

Високу якість поверхневого внесення РОД також можна одержати, застосовуючи штангові машини з рукавами. Вони оснащенні центральною розподілювальною головкою, від якої відходять розподільні рукави. Відстань між рукавами становить у середньому 30

см, відстань між вихідними кінцями розподільних шлангів і поверхнею ґрунту встановлюють мінімальну або взагалі нульову (розподільні шланги волочаться ґрунтом), тому добрива виливаються зі шлангів біля прикореневої частини рослин. У такому разі на рівномірність розподілення рідких добрив не впливає вітер і добрива не потрапляють на стебла й листки сільгоспкультур.

Таблиця 1

Аналіз машин для рідких органічних добрив

Марка машини	Переваги	Недоліки	Продукт.м³ /год	Тип робочих органів	Регулювання норми внесення
Joskin Modulo 2	- велика місткість цистерни - широкий вибір додаткових опцій	- висока початкова вартість - потрібна потужна тяга	25-30	штангові форсунки з інжекторами	електронне регулювання за допомогою сенсорів потоку
Samson PG II	- висока точність - сучасна система подачі рідких добрив	- висока вартість обслуговування - не підходить для невеликих площ	30-35	штангові аплікатори з форсунками	ISOBUS-система для точного дозування
Kotte Garant VT	- міцна конструкція - підходить для важких умов експлуатації	- великі габарити, що обмежує маневреність	28-32	штанги з інжекторними насадками	автоматичне регулювання залежно від швидкості руху
Zunham-mer Vibro	- легка вага машини - зручна система управління	- може не справлятися з великими обсягами добрив	20-25	штанговий розподіль-ник	електронне управління нормою внесення через GPS
Vredo VT7028-3	- дуже висока продуктив-ність - підходить для великих господарств	- дуже висока ціна - потребує великого тягача	35-40	інжекторні аплікатори з форсунками	автоматичне регулювання через сенсори
Bauer Poly IV	- легка цистерна - низькі витрати на обслуговування	- обмежений об’єм цистерни	15-20	форсунки для розподілен-ня рідини	механічне та електронне регулювання норми

За поверхневого внесення РОД випаровуються й втрачаються поживні речовини (аміак тощо). Цього немає за внутрішньоґрунтового внесення. Таке внесення має різновиди: внесення добрив на луках і пасовищах, за міжрядного обробітку просапних культур і під основний обробіток ґрунту.

Машини для внутрішньоґрунтового внесення РОД комплектуються ґрунтообробним агрегатом. Цей агрегат обладнано робочими органами у вигляді сошників, дисків, плоскорізів, культиваторних лап, що підрізають дернину чи оброблюваний шар ґрунту.

Машини для внесення добрив на луках і пасовищах обладнано спеціальними полозоподібними або дисковими сошниками, що нарізають у ґрунті борозенку, в яку й подається рідке органічне добриво [4]. Сошники забезпечують таку саму точність розподілення добрив, як і шлангові пристрої. Недоліком цих знарядь є їхня обмежена ширина захвату.

Аналіз машин для рідких органічних добрив наведено в таблиці 1.

Аналіз таблиці 1 дозволив виділити три машини (рис. 1), які мають найвищі показники універсальності, ефективності, надійності, довговічності та широкого спектру адаптації. А саме:

1) Joskin Modulo 2: універсальний вибір, який поєднує велику місткість, різноманітні додаткові опції та якість розподілу добрив. Ідеально підходить для середніх і великих господарств.

2) Samson PG II: висока точність дозування та інноваційна система подачі добрив роблять цю машину оптимальною для великих площ і сучасних технологій внесення.

3) Vredo VT7028-3: надзвичайно продуктивна машина для великих господарств, яка забезпечує максимальну ефективність використання рідких добрив.

Joskin Modulo 2 Samson PG II Vredo VT7028-3

Рис. 1. Машини для внесення рідких добрив

Основна проблема, що виникає під час роботи таких машин, - забивання патрубків розподільного барабана довговолокнистими домішками (частки солом'яної підстилки, пожнивними рештки тощо). Тому більшість виробників обладнують машини різними типами подрібнювачів домішок. Тонковолокнисті домішки, що потрапляють у

тонкі отвори розподілювальних патрубків і можуть спричиняти їх забивання, у процесі подавання добрив безперервно перерізуються ножем на дрібні часточки й вільно проходять через отвори, чим забезпечується надійний робочий процес машини.

Можливі рекомендації для удосконалення процесу внесення рідких органічних добрив можна запропонувати наступні:

1. Оптимізація системи розподілу рідини:

1.1 Встановити додаткові датчики вологості ґрунту та системи контролю погодних умов (зокрема вологість повітря, температуру). Це допоможе уникнути втрат азоту через випаровування або стікання рідини у випадку неправильних умов внесення.

1.2 Використання регулювальних клапанів у штангових аплікаторах або інжекторах дозволить регулювати кількість внесеної рідини залежно від швидкості руху машини та типу ґрунту.

2. Поліпшення точності дозування:

2.1 Використовувати системи диференційованого внесення (VRA) на основі картографування полів та агрохімічного аналізу ґрунтів. Це допоможе дозувати рідке добриво залежно від потреб кожної ділянки.

2.2 Оновити існуючі системи GPS-навігації, щоб уникати перевищення норми внесення на перекриттях або прогалин у покритті.

3. Енергозбереження та ефективність: встановлення системи рециркуляції рідини для зниження втрат добрив та зменшення витрат палива. Система дозволить використовувати надлишки рідини повторно або для зменшення навантаження на насос.

4. Зниження втрат азоту: використання інжекторів для внесення рідкого добрива на глибину замість поверхневого розподілу. Це знизить випаровування та втрати азоту, що є критично важливим для таких добрив.

Список використаних джерел

1. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Біоконверсні технології прискореної переробки відходів тваринництва в екологічно безпечні добрива. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2021. Вип. 11, том 2. №3. https://doi.org/10.31388/2220-8674-2021-2-3.

2. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

3. Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2023. Вип. 13, т. 2. https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-2-9.

4. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Комар А. С. Аналіз технології глибокої переробки рідкого гною. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві*: XI Міжнародна науково-технічна конференція. Глеваха-Київ. 2023. С. 178–181.

УДК 631.3

ВИМОГИ ДО ЗБИРАННЯ ТА АГРЕГАТИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

Мельник В.О., здобувач ВО,
Горовий М.В., ст. викл.,
Калнагуз О.М. ст. викл.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. Найбільш важливим та ключовим етапом вирощування сільськогосподарських зернових культур є збирання врожаю. Для отримання найвищого результату при збиранні врожаю, потрібно приділити велику увагу вибору комбайна, способу збирання та оптимальних строків. Обирати комбайн потрібно залежно від культур які вирощуються.

Основні матеріали дослідження. На сьогодні є три основні типи комбайнів, це класичні, роторні, та гібридні.

Комбайни з класичним молотильно-сепаруючим пристроєм виділяться серед інших своєю простотою ремонтопригодністю. Основними елементами такого комбайна є молотильний барабан, соломотряс, підбарабання та очисна система. Барабан та підбарабання завдяки впливу механічної сили відділяють зерно від колосу при правильній швидкості обертання барабану. Важливо щоб підбарабання було правильно відрегульовано, залежно від культури яка збирається. Для сепарації призначений соломотряс, який допомагає просіятися зерну яке залишилося та транспортує солому далі. Очисна система складається з віяла та решіт [1].

Перевагами такого молотильно-сепаруючого пристою є надійність, універсальність, простота конструкції та порівняно з комбайнами інших типів, невелика вартість. Так як такі комбайни є досить розповсюдженими, наявність запасних частин на ринку є достатньою та кількість спеціалістів які можуть обслуговувати та ремонтувати цей комбайн більша. Через це, комбайн під час збирання можливо відремонтувати досить швидко в випадку виходу з ладу. Високу ефективність ці комбайни показують при зборі на нерівному рельєфі. Такі комбайни менш схильні до забивання при зборі культур з підвищеною вологістю. Низка культур є досить великою при збиранні яких комбайни з класичним МСП показують себе чудово. Через помірну ціну, ці комбайни часто обирають дрібні або середні господарства. Також в таких комбайнів є низка недоліків, на які слід звернути увагу при виборі. Основним недоліком є збільшені втрати зерна. Втрати зерна можуть виникати в наслідок підвищеної вологості рослин та підвищеної швидкості комбайну. Регулювання підбарабання потрібно проводити для кожної культури, також воно вимагає

максимальної точності. При не неправильному регулюванні можуть бути збільшені втрати та підвищене пошкодження зернової маси. Складність при роботі з високоврожайними культурами таких комбайнів є великим недоліком на полях з підвищеною врожайністю. В таких випадках швидкість комбайна доведеться значно знизити для запобігання значних втрат та забиванню комбайна. Продуктивність є значно меншою в порівнянні з комбайнами інших типів тож якщо є вимога до збирання великих площ за максимально невеликий проміжок часу, потрібно задуматися над вибором іншого комбайну [2].

Комбайни з роторним молотильно-сепаруючим пристроєм є досить сучасними. Один або два ротори мають великі показники продуктивності тому комбайни дуже добре підходять господарствам з великими обсягами землі та високими показниками врожайності. Ротор, сепараційна камера та очисна система є основними елементами цих комбайнів. Ротор обертається на великій швидкості і при потраплянні зерна разом із соломою, зерно швидко піддається обмолоту та сепарації під дією відцентрової сили. Видувати легкі частки допомагає очисна система яка працює за допомогою віяла та решіт. Одноротрні комбайни мають простішу конструкцію та менші розміри і чудово підходять для середніх та великих за розміром земель. Двороторні комбайни мають два паралельних між собою ротори, які дуже добре справляються з високоурожайними площами і забезпечують чудову сепарацію та продуктивність. Роторні комбайни майже не приносять шкоду зерну, це важливо для деяких сортів або для зерна, що буде використовуватися як матеріал для посіву. Ці комбайни добре зарекомендували в дуже складних умовах, також з великою густотою посіву та культурах з великою вологістю. Зазвичай роторні комбайни більше подобаються операторам через підвищений комфорт, який досягається майже повною відсутністю вібрацій та шуму в порівнянні з комбайнами з класичним молотильно-сепаруючим пристроєм [3].

Недоліки в цих комбайнів також є. Деяким підприємствам доводиться відмовитися від таких комбайнів саме через вищу вартість. Складність конструкції та необхідність в проведенні частого технічного обслуговування, вимагає додаткових витрат, що також змушує задуматися фермерів при виборі комбайна. Також висока продуктивність цих комбайнів вимагає збільшених енергозатрат, на що також слід звертати увагу при виборі комбайна. Велика маса та габарити комбайнів ускладнюють його транспортування.

В комбайнах з гібридним молотильно-сепаруючим пристроєм об’єднуються переваги комбайнів з класичним та роторним МСП. Молотильний барабан забезпечує обмолот на початку процесу, що чудово підходить для культур з високою чутливістю до пошкоджень. Ротори ефективно проводять обмолот та сепарацію зерна яке залишилося. Головною із переваг є надзвичайно висока

продуктивність. Пошкодження зерна таких комбайнів є мінімальними. Комбайни дуже добре справляються з роботами в складних умовах та мають великий спектр культур, які можуть обмолочувати. Втрати зерна в таких комбайнах досягають мінімуму.

Значним недоліком цих комбайнів є їхня велика вартість. Висока складність конструкції значно підвищує вартість ремонту та обслуговування. Ця система вимагає найбільших енергозатрат серед інших видів комбайнів, тому затрати на пальне також будуть значно більшими. Комбайни вимагають надзвичайно високої точності регулювання під кожну культуру [4].

На сьогодні пряме комбайнування є найбільш розповсюдженим способом комбайнування, але через погодні умови або інші причини інколи господарствам доводиться проводити збирання врожаю непрямим способом. Пряме комбайнування має більше переваг ніж непряме. Головними превагами є енергоекономічність та мінімальні строки збирання врожаю. Зазвичай непряме комбайнування використовують в випадках надзвичайно великої вологості зерна, що змушує одразу проводити скошування рослин а тільки потім проведення обмолоту після досягнення необхідної вологості. Непряме комбайнування добре підходить господарствам яким потрібна високоякісна солома.

Висновки. Так як збирання зернових культур є досить відповідальним процесом, при виборі комбайна та способу комбайнування необхідно враховувати всі вимоги господарства. Для отримання максимального результату потрібно добре розібратися у принципах роботи та тонкощах комбайнів різних типів.

Список використаних джерел.

1. Ярошенко С. Раціональні способи збирання озимих зернових культур [Електронний ресурс] / С. Ярошенко, А. Черенков, М. Солодушко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. 2017. URL: https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/8913-ratsionalni-sposoby-zbyrannia-ozymykh-zernovykh-kultur.html.

2. Основні рекомендації зі збирання озимих зернових [Електронний ресурс] // LNZ Group. Agroportal.ua. 2022. URL: https://www.lnz.com.ua/news/osnovni-rekomendacii-zi-zbiranna-ozimih-zernovih.

3. Смакота Я. ТОП-5 кращих зернозбиральних комбайнів [Електронний ресурс] / Я. Смакота // AgroApp. Безкоштовний сервіс для фермерів. 2023. URL: https://agroapp.com.ua/uk/blog/top-5-krashhix-zernozbiralnix-kombajniv/.

4. Занько М. Зернозбиральні комбайни – фаворити ринку [Електронний ресурс] / М. Занько // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. 2021. URL: https://propozitsiya.com/ua/zernozbiralni-kombayni-favoriti-rinku.

УДК 631.3

ВИДИ ПЛУГІВ ТА ЇХ ВИРОБНИКИ: ВСЕ, ЩО ПОТРІБНО ЗНАТИ ДЛЯ ВИБОРУ

Хомишенко Д.В, здобувач ВО,
Горовий М.В., Калнагуз О.М. ст. викл.,
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. Плуги – це один із ключових видів сільськогосподарської техніки, яка має важливе значення для обробітку ґрунту в аграрному секторі. Основна функція плугів - розпушення, перевертання та аерація ґрунту, що покращує його структуру та родючість, готує до сівби та допомагає знищувати бур'яни.

Основні матеріали дослідження. Історично плуги застосовувалися ще з давніх часів і відігравали роль у розвитку землеробства. В сучасному аграрному секторі вони беззмінно залишаються важливими, хоча і зазнали значних технологічних вдосконалень: тепер існують важкі плуги, дискові плуги, оборотні плуги, що підвищують ефективність обробітку і пристосовані до різних типів ґрунтів та агротехнічних потреб. Використання плугів сприяє рівномірному розподілу поживних речовин у ґрунті, покращує проникність води, знижує ризики ерозії та забезпечує кращі умови для росту рослин.

Основні критерії класифікації плугів:

- За призначенням: універсальні, спеціальні, бороздні, садові, лугові;
- За конструкцією корпусу: однокорпусні, багатокорпусні, дискові;
- За типом робочих органів: лемішні, дискові, роторні;
- За способом агрегатування з тяговим засобом: навісні, напівнавісні, причіпні;
- За глибиною оранки: поверхневі, середні, глибокі;
- За шириною захвату: вузькозахватні, середньозахватні, широкозахватні;

Кожен вид плуга має свої особливості і призначений для роботи на певному типі ґрунту та умовах обробітку. На сучасному ринку існує кілька великих виробників, які пропонують продукцію для різних потреб сільського господарства.

Виробники - лідери, які за тривалий час використання зарекомендували себе якістю та надійністю:

1. Lemken. Країна виробник: Німеччина; Lemken – один із лідерів в галузі ґрунтообробної техніки. Вони пропонують широкий вибір плугів для різних типів ґрунтів і сільськогосподарських умов. Компанія відома своєю увагою до деталей і технологій, які забезпечують

ефективність та тривалий строк служби плугів.

2. John Deere. Країна виробник: США; Це один із найбільших світових виробників сільськогосподарської техніки, John Deere пропонує широкий вибір плугів, що відзначаються надійністю і адаптацією до різних ґрунтових умов. Особливістю плугів John Deere є інноваційні системи для точного оброблення землі.

3. Överum. Країна виробник: Швеція. Överum відома своїми якісними оборотними плугами. Техніка цього виробника відрізняється високою точністю та довговічністю, що робить її популярною у країнах з важкими ґрунтами.

Основні елементи з переваг сучасних плугів:

1) Міцність та довговічність - плуги від провідних виробників виготовлені з високоякісних матеріалів, що забезпечує довгий термін експлуатації.

2) Інноваційні технології - виробники впроваджують сучасні технології такі як: гідравліка, електронні налаштування задля підвищення продуктивності та зниження витрат.

3) Адаптивність до різних типів ґрунтів - моделі можуть використовуватися на різних типах ґрунтів та в різних умовах, що робить їх універсальними.

Ці виробники надають широкий вибір моделей, що дозволяє фермерам обирати техніку відповідно до їхніх потреб та умов експлуатації.

Вибір плуга залежить від критеріїв, які визначають його ефективність на конкретному полі та з певними типами ґрунтів.

Ключові критерії: тип ґрунту та рельєф місцевості; тип плуга; кількість корпусів; глибина обробітку; ширина захвату; стійкість до зношення та наявність запчастин; економічність та технічне обслуговування; тип кріплення; система захисту.

Обравши плуг за цими критеріями, можна забезпечити якісну та економічно ефективну обробку ґрунту, зберігаючи його структуру і родючість. Сучасні технології в плугах зорієнтовані на підвищення ефективності, зниження енергоспоживання та збереження ґрунтових ресурсів.

Ключові інноваційні рішення, які використовуються в сучасних плугах:

1. Система автоматичного контролю глибини та кута нахилу. Деякі плуги оснащені системами автоматичного регулювання глибини та кута нахилу, що дозволяє адаптувати роботу під змінні умови ґрунту. Така система покращує якість обробки та дозволяє уникнути надмірного ущільнення ґрунту.

2. Інтелектуальні системи керування та GPS-навігація. Використання GPS-навігації та сенсорних систем дозволяє плугам працювати з високою точністю. Це забезпечує рівномірний розподіл навантаження, точне дотримання глибини обробки, та зменшення

пропусків. Інтелектуальні системи можуть синхронізуватися з трактором, оптимізуючи траєкторію руху та знижуючи витрати на паливо.

3. Системи захисту від каміння. Для кам'янистих ґрунтів сучасні плуги мають системи автоматичного підняття корпусу під час наїзду на перешкоду, що запобігає поломкам і збільшує термін служби плуга. Такі системи можуть бути пружинними, гідравлічними або на основі гумових амортизаторів. Інновації в конструкції та технологіях плугів спрямовані на підвищення продуктивності, зменшення витрат, покращення якості обробки ґрунту та збереження його родючості.

Висновки. Вибір плуга – ключовий крок до ефективного та якісного обробітку ґрунту. Потрібно враховувати, що навісні плуги підходять для легших ґрунтів, а напівнавісні та оборотні – для більшої площі й важких умов. Дискові плуги чудово справляються з обробкою зарослих ділянок, тоді як чизельні допоможуть уникнути надмірного перевертання ґрунту. Головні лідери ринку такі як: Lemken, John Deere та Överum, забезпечують надійність і якість. Ретельно обравши агрегат, ми зменшуємо витрати на пальне, підвищуємо врожайність та прискорюємо процес обробітку землі. "Правильно обраний плуг – це половина успіху в полі: економія сил, якість обробітку та щедрий врожай".

Список використаних джерел.

1. Твардієвич О. І. Якісний обробіток ґрунту – основа основ [Електронний ресурс] / О.І. Твардієвич // АгроЕліта. Всеукраїнський аграрний Журнал. 2024. URL: https://agroelita.info/yakisnyy-obrobitok-gruntu-osnova-osnov/.

2. Наріз Н. Огляд конструкцій окремих плугів [Електронний ресурс] / Н. Наріз // Журнал практичних порад для агрономів: «Агрономія сьогодні». 2023. URL: https://www.agronomy.com.ua/statti/2087-ohliad-konstruktsii-okremykh-pluhiv.html.

3. Коваленко І. Як правильно вибрати й експлуатувати плуг з огляду на нинішні реалії в агробізнесі [Електронний ресурс] / І. Коваленко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. 2022. URL: https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/25342-yak-pravylno-vybraty-i-ekspluatuvaty-pluh-z-ohliadu-na-nynishni-realii-v-ahrobiznesi.html.

4. Сухина А. Що є краще за хороший плуг? [Електронний ресурс] / А. Сухина // Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. 2018. URL: https://propozitsiya.com/ua/shcho-ye-krashche-za-horoshyy-plug.

УДК 631.37:631.3.00.65

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ОДНООСЬОВОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ З КОПАЧЕМ

Кувачов В.П., д.т.н.,
Дружич В.М., аспірант,
Шевченко С.О., аспірант,
Зеленов К.О., аспірант.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Актуальність теми забезпечення плавності руху ґрунтообробного агрегату, що складається з одноосьового енергетичного засобу та сільськогосподарського знаряддя з робочими органами реактивного типу (за типом копача), обумовлена кількома ключовими факторами.

По-перше, плавність руху агрегату безпосередньо впливає на ефективність обробітку ґрунту, адже його нерівномірний рух значно погіршує якість технологічної операції копання. Забезпечення рівномірного руху агрегату сприяє точності та однорідності обробітку, що є важливим для отримання високих врожаїв [1].

В друге – важливим питанням є енергозбереження, оскільки вертикальні коливання агрегату, вібрації та погіршення якості зчеплення рушіїв енергетичного засобу з ґрунтом призводять до підвищення витрати пального й загальної енергоємності процесу [2]. Розв’язання цієї проблеми дозволяє оптимізувати енерговитрати, що є особливо актуальним у сучасних умовах зростання цін на енергоносії. Крім того, плавність руху сприяє зниженню нерівномірних навантажень і вібрацій, які спричиняють передчасне зношення деталей енергетичного засобу та знаряддя. Це дозволяє збільшити строк служби техніки, а також зменшити витрати на її ремонт і обслуговування.

Окремої уваги заслуговує роль таких агрегатів у підтримці малих фермерських господарств, де великогабаритна техніка часто є недоступною чи недоцільною. Забезпечення стабільності роботи одноосьових енергетичних засобів підвищує доступність якісного ґрунтообробітку для фермерів, що сприяє популяризації малогабаритної техніки. Покращення її функціональності та усунення недоліків розширює можливості використання зазначених агрегатів у сільському господарстві.

Забезпечення плавності руху ґрунтообробних агрегатів також має важливе екологічне значення, оскільки нестабільний рух техніки може викликати зайве ущільнення ґрунту і порушення його структури [3]. Рівномірність руху агрегатів сприяє збереженню родючості ґрунту, що

є ключовим для сталого землеробства. До того ж, сучасний аграрний сектор висуває високі вимоги до продуктивності праці, що передбачає скорочення часу на виконання операцій без втрати їхньої якості. Плавний рух агрегатів дозволяє мінімізувати простої та втрати продуктивності роботи, забезпечуючи стабільний і якісний обробіток ґрунту.

Таким чином, дослідження плавності руху одноосьового ґрунтообробного агрегату з копачем є надзвичайно актуальним з позиції енергоощадності, екологічної безпеки, продуктивності та підвищення ефективності сучасного сільського господарства. Дослідження та вирішення цієї проблеми не тільки покращить ефективність техніки, але й сприятиме розвитку аграрної галузі, зокрема малих і середніх господарств.

Наукова проблема плавності руху ґрунтообробного агрегату, що працює у складі одноосьового енергетичного засобу та сільськогосподарського знаряддя з робочими органами реактивного типу (за типом копача), полягає в забезпеченні стабільності траєкторії, рівномірності швидкості та мінімізації його вертикальних коливань. Це зумовлено специфікою робочих органів реактивного типу, які під час роботи створюють нерівномірні навантаження. Зокрема, робочі органи, такі як копачі, генерують змінні сили, що можуть впливати на стійкість руху агрегату. Ці сили можуть викликати ривки, коливання або зміщення траєкторії руху агрегату. Також необхідно враховувати взаємодію між тяговим силою одноосьового енергетичного засобу та зусиллями, що передаються від знаряддя на ґрунт. Дисбаланс сил може призвести до втрати зчеплення коліс із ґрунтом або до бічного зміщення агрегату. Нерівномірний тяговий опір ґрунту або його змінні характеристики можуть ускладнювати плавність руху агрегату [4, 5]. Наприклад, твердіші чи вологіші ділянки створюють нерівномірні навантаження. Крім того, одноосьовий енергетичний засіб має обмежені можливості для стабілізації через свої конструктивні параметри. Відсутність додаткових осей чи систем активного управління погіршує ситуацію його сталого руху. Водночас, вібрації і коливання ґрунтообробних агрегатів виникають через динамічну взаємодію між знаряддям і енергетичним засобом, що знижує ефективність роботи та підвищує зношення його елементів.

Рішення окреслених проблем може включати:

- оптимізацію конструкції робочих органів і системи агрегатування грунтообробного знаряддя з робочими органами реактивного типу;
- розроблення амортизаційних систем для зниження вертикальних коливань;
- використання інтелектуальних систем управління рухом;
- адаптацію параметрів роботи знаряддя до типу ґрунту та умов експлуатації.

Основні матеріали дослідження.

Динаміка руху одноосьових агрегатів, що працюють у складі сільськогосподарського знаряддя з робочими органами реактивного типу (за типом копача), у вертикальній площині визначається вхідними збурювальними впливами [6]. До таких впливів можна віднести нерівності поздовжнього профілю агрофону та нерівномірність тягового опору копача.

Відомо, що якість відпрацювання будь-якою динамічною системою вхідних змінних залежить від її характеристик. Відносно зазначеного агрегату такими характеристиками є його схема, а також конструктивні та інші параметри. Тому правильний вибір цих параметрів з урахуванням вимог до плавності руху агрегату забезпечує оптимальне перетворення збурювальних впливів, що діють на нього.

Для дослідження динаміки плоско паралельного руху ґрунтообробного агрегату у складі одноосьового енергетичного засобу і знаряддя за типом копача у вертикальній площині представимо його еквівалентною йому динамічною моделлю (рис. 1).

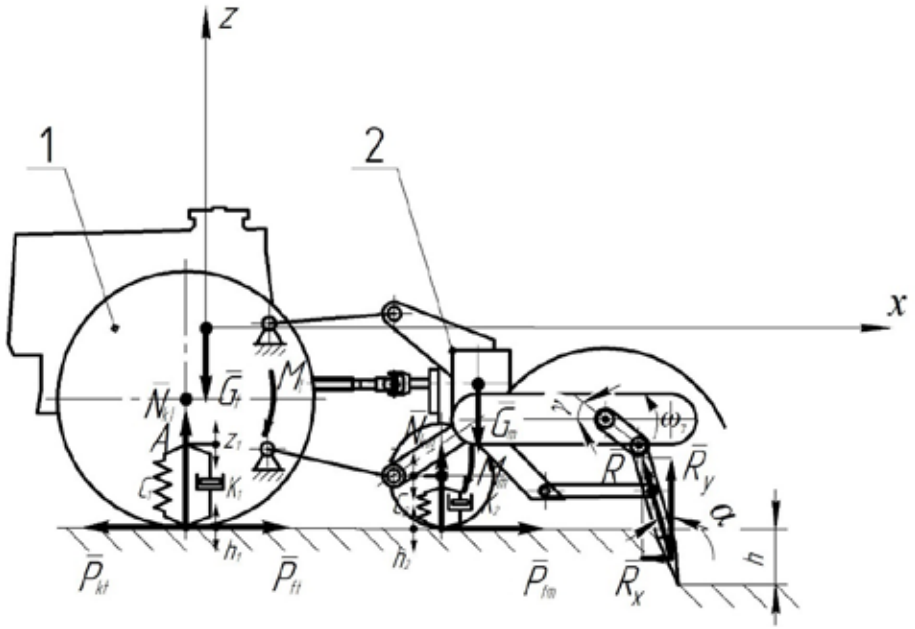


Рис. 1. Еквівалентна динамічна модель одноосьового ґрунтообробного агрегату з копачем у поздовжньо-вертикальній площині

При моделюванні динаміки вертикальних коливань одноосьового агрегату, що складається з енергетичного засобу та сільськогосподарського знаряддя за типом копача (рис. 1), для спрощення математичної моделі та збереження основних властивостей системи можна висунути низку припущень:

- враховуємо лише вертикальні коливання агрегату, нехтуючи можливими кутовими коливаннями технологічної частини. Це дозволяє спростити аналіз руху агрегату та сконцентрувати увагу на основних вертикальних механізмах, які визначають динаміку;

- припускаємо, що коливання тягового опору сільськогосподарського знаряддя не впливають на швидкість поступального руху агрегату, тому вона розглядається постійною. Це дозволяє спростити модель, виключаючи зміни швидкості внаслідок змінного опору при роботі копача;

- нерівності профілю агрофону можна розглядати як випадкову стаціонарну функцію, що дозволяє моделювати ці впливи на динаміку агрегату як випадкові збурення з певними статистичними властивостями, що спрощує аналіз руху агрегату через більш спрощену форму опису цих змін;

- для спрощення моделі можна припустити, що агрегат рухається по рівній поверхні, без нахилу в поздовжньо-поперечній площині. Це дозволяє уникнути складних розрахунків, пов'язаних з кутами нахилу та моментами сили, які вони можуть викликати;

- сили опору в шинах опорних коліс агрегату приймаються пропорційними швидкості його вертикальних коливань. Це припущення дозволяє моделям опору залишатися простими та підлягати лінійним рівнянням, що спрощує математичне моделювання динаміки агрегату;

- характеристики пружних елементів, таких як амортизатори або пружини, можна вважати лінійними, що дозволяє зберегти постійні значення жорсткості та демпфування в межах коливань, спрощуючи моделювання і забезпечуючи адекватне наближення для малих деформацій елементів.

Розглянемо рівняння та закони, які створюють основу для побудови математичної моделі руху вказаного агрегату в вертикальній площині і дозволяють детально вивчити динаміку коливань, вплив збурювальних факторів та інших механізмів, що визначають стабільність руху агрегату під час його роботи.

Вплив динаміки копача на енергетичний засіб можна врахувати за допомогою моделювання взаємодії цих двох компонентів як єдиної динамічної системи. Для цього використовуються рівняння Лагранжа, з урахуванням взаємопов'язаних ступенів свободи та сил, що виникають у системі [7]:

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial E}{\partial q_i} + \frac{\partial D}{\partial \dot{q}_i} = Q_i, \quad (1)$$

де T і E – кінетична та потенціальна енергії системи;

D – дисипативна функція розсіювання енергії cbcntvj.

q_i – узагальнені координати системи;

Q_i – узагальнені сили, які діють на систему.

Для опису коливань агрегату в вертикальній площині необхідно врахувати сили пружності та демпфування. Це можна описати рівнянням коливань, що враховує лінійні пружні елементи:

$$M \cdot \ddot{z} + k \cdot \dot{z} + c \cdot z = F_з, \quad (2)$$

де M – маса агрегату;

k – коефіцієнт демпфування;

c – жорсткість пружних елементів;

z – лінійне переміщення в вертикальній площині;

$F_з$ – зовнішнє збурення.

Алгоритм моделювання динаміки коливань агрегату у поздовжньо-вертикальній площині наступний.

1. Визначення узагальнених координат системи:

q_1 – лінійне переміщення енергетичного засобу;

q_2 – лінійне переміщення копача (робочого органу).

2. Визначення кінетичної енергії (T) системи, що враховує:

- рух енергетичного засобу:

$$T_t = \frac{1}{2} m_e \cdot \dot{q}_1^2, \quad (3)$$

де m_e – маса енергетичного засобу;

- рух копача:

$$T_m = \frac{1}{2} m_к \cdot \left(\dot{q}_1 + \dot{q}_2\right)^2, \quad (3)$$

де $m_к$ – маса копача.

3. Визначення потенціальної енергії E, що включає:

- деформацію ґрунту, викликану копачем (опір ґрунту):

$$U_{гр} = f(q_2), \quad (4)$$

де $f(q_2)$ – функція, що описує силу опору залежно від положення копача;

- гравітаційну складову:

$$U_g = m_k \cdot g \cdot h(q_2), \quad (5)$$

де $h(q_2)$ – висота центру мас копача.

4. Узагальнені сили Q_1 і Q_2, які відповідають лінійним переміщенням узагальнених координат q_1 (переміщення енергетичного засобу) і q_2 (переміщення копача), визначаються як проекція всіх зовнішніх сил, які діють на систему, на напрямки відповідних узагальнених координат.

5. Врахування коливань і вібрацій. Динаміка копача може генерувати коливання, які передаються на енергетичний засіб через реактивні сили і нерівномірність дії робочих органів. Для врахування цих коливань додають демпфуючі сили ($k\dot{q}_i$) і жорсткісні складові (cq_i), що описуються рівняннями гармонійних коливань.

Отримані вирази дозволяють моделювати наступні процеси:

- розподіл реактивних сил між копачем і енергетичним засобом;
- вплив вібрацій і нерівностей ґрунту на стійкість руху агрегату;
- залежність роботи копача від швидкості й зусиль енергетичного засобу.

Таке моделювання дозволяє знайти оптимальні параметри системи (наприклад, масу копача, кут нахилу, демпфуючі елементи) для забезпечення плавного руху ґрунтообробного агрегату.

Висновки.

1. Моделювання динаміки агрегату у складі одноосьового енергетичного засобу та ґрунтообробного знаряддя з робочими органами реактивного типу має деякі не вирішені наукові проблеми, до яких слід віднести: складність точного опису впливу вертикальних коливань на загальну стабільність руху агрегату, а також взаємодію між енергетичним засобом і робочими органами, що працюють на ґрунт, з урахуванням специфіки їхнього реактивного типу.

2. Використання рівняння Лагранжа для опису руху розглянутої динамічної системи передбачає додаткове врахування параметрів агрегату у складі одноосьового енергетичного засобу та ґрунтообробного знаряддя, таких як: жорсткість і маса робочих органів, параметри вібрацій і вертикальних коливань, а також сили взаємодії між ґрунтом і робочими органами під час обробітку.

3. Розв'язання диференційованих рівнянь Лагранжа можливе методом чисельного інтегрування, що дозволить отримати закономірності впливу параметрів агрегату на плавність його руху, а також визначити оптимальні умови для зменшення інтенсивності вертикальних коливань і покращення ефективності роботи ґрунтообробного агрегату.

Список використаних джерел

1. Bulgakov V., Ivanovs S., Kuvachov V. Experimental investigations in vertical vibration damping of agricultural aggregate of block-modular type. *Proceeding 20th International Scientific Conference engineering for rural development.* 2021. P.635–642.

2. Kiurchev S., Nurek T., Kuvachov V. Scientific bases of increase movement smoothness of the machine-tractor units on base of modular power means. Monography: Warszawa. 2021. 136 p.

3. Кувачов В.П. Дослідження плавності руху модульного енергетичного засобу класу 1,4-3 при в'язкому демпфіруванні вертикальних коливань. *Вісник ХНТУСГ*. 2007. №60. С. 82–87.

4. Кувачов В.П., Кюрчев В.М. Теоретичне моделювання руху модульних енергетичних засобів класу 1,4-3 у поздовжньо-вертикальній площині. *Праці ТДАТУ*. 2008. №8(2). С. 14–26.

5. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. Research into Dynamics of Motion Performed by Modular Power Unit as Part of Ploughing Tractor-Implement Unit. *Proceedings of the 32nd DAAAM International Symposium*. 2021. P. 0576–0585.

6. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. Theory of smoothness of movement of multiple-axle agricultural combined tractor-implement units. *Proceedings of the 31st International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation"*. 2020. P. 0056–0065.

7. Bulgakov V., Ivanovs S., Volskyi V. Simulation of the Flat-parallel Movement of a Bridge Agricultural Unit with an Articulated Frame. *Rural sustainability research*. 2020. №44(339). P. 8–14.

УДК 631.3

ПІДГОТОВКА ПО ПОСІВУ ОЗИМИХ КУЛЬТУР

Макоєдов Д.С, здобувач ВО,
Сіренко Ю.В., PhD., доц.,
Горовий М.В., Калнагуз О.М. ст. викл.,
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. Знезараження насіння та захист сходів від хвороб має вирішальне значення для успішного врожаю. В Україні понад 100 шкідників та 20 хвороб завдають значної шкоди, що призводить до 30-50% втрат врожаю. Щоб зменшити втрати, необхідно застосовувати різні методи захисту рослин. Важливе значення має добре організоване господарство з належною агрономічною практикою, сівозміною та якісним насінням. Експериментальні дослідження показують, що обмеження посівів колосових культур до 15% попередників підтримує задовільні фітосанітарні умови, тоді як високі рівні посівів колосових культур погіршують умови, вимагаючи збільшення використання пестицидів.

Основні матеріали дослідження. Обробіток ґрунту під озиму пшеницю починається після збирання попередньої культури. Передпосівне лущення допомагає контролювати бур'яни, шкідників та хвороби, зберігаючи вологість та стан ґрунту. При виборі типу обробітку ґрунту враховуються такі фактори, як ґрунтові та кліматичні умови, вологість і погода під час обробітку ґрунту.

Обробіток ґрунту під озиму пшеницю повинен бути диференційованим для кожної ґрунтової зони, господарства та зони сівозміни, залежно від попередньої культури, кількості та характеру бур'янів тощо. Після основного обробітку ґрунту слід якомога швидше підготувати ґрунт до посіву. Цю можливість не слід втрачати після дощу. Якщо ґрунт не розпушити відразу, він пересохне і утворяться ґрунтові грудки, що додасть додаткових витрат на підготовку. Крім того, надмірно часте проходження тракторів та інших машин ущільнює ґрунт, порушує його структуру, змінює об'єм і негативно впливає на врожай.

При оранці під озиму пшеницю після багаторічних культур поле слід переорати плугом щонайменше за місяць до посіву, щоб ґрунт ущільнився. Добре ущільнений ґрунт забезпечує гарні сходи та добру перезимівлю [1].

Якщо вологість ґрунту достатня, разом з плугом використовують кільчастий коток (ЗКШ-6) або важку борону (БЗТС-1,0). Особливо ефективно використовувати сучасні комбіновані робочі органи (Packomat) в поєднанні з плугом для ущільнення, подрібнення та вирівнювання свіжозораного, ще сухого ґрунту. Ці машини готують

ґрунт до майже передпосівного стану одночасно з оранкою і агрегатуються з п'ятьма-дев'ятьма плугами. Це скорочує передпосівний обробіток до одного сеансу, зменшуючи витрати пального та коштів. Крім того, одночасно з оранкою ґрунт ретельно розпушується, що зберігає вологу, покращує мінералізацію, забезпечує рівномірне розміщення насіння та усуває ризик просідання ґрунту восени та взимку. Якщо бобові культури висіваються перед озимою пшеницею, то після збирання врожаю їх слід обробити на глибину 20-25 см без попереднього лущення. Коли з'являються сходи бур'янів, проводять одну або дві культивації.

Поверхневий обробіток ґрунту можна обмежити після гороху, квасолі, сої та вики з метою економії ресурсів на чистих від бур'янів полях. Дискові борони-лущильники ЛДГ-10 і ЛДГ-15 слід використовувати в два ряди на глибину 6-8 см у двох напрямках, перпендикулярних один одному, коли в ґрунті достатньо вологи. Найкращі результати дають дискові борони БДТ-3,0 і БДТ-7,0, коли ґрунт ущільнений, відносно сухий і видалення рослинних решток на полі недостатнє. Поверхнево зорані ґрунти менш схильні до просідання, мають вищий вміст вологи і більш придатні для розвитку рослин та перезимівлі восени [2].

У степових районах найкращі результати дає мілкий обробіток ґрунту. Після того, як вика-вівсяно-горох або інші бобово-злакові суміші, озимий ріпак і люпин на сидерат рано покинули поле, ґрунт можна зачистити дисковою бороною на глибину 10-12 см або лущильником на глибину 6-8 см. Після того, як бур'яни проростуть, слід провести дві-три поверхневі обробки ґрунту. Згідно з багатьма рекомендаціями, поверхневий обробіток ґрунту слід проводити після цих попередніх обробітків на ділянках, де немає бур'янів і недостатня вологість ґрунту. Вибір способу обробітку ґрунту також визначається гранулометричним складом ґрунту. На важких ґрунтах західних регіонів України поверхневий обробіток сильно ущільнює ґрунт, зменшує його водоємність, пригнічує розвиток кореневої системи, знижує стійкість рослин до несприятливих умов і продуктивність.

Найскладнішою частиною є підготовка ґрунту до посіву після кукурудзи. Відразу після збирання кукурудзи на зелений корм або силос ґрунт передисковують під прямим кутом дисковою бороною (БДТ-3,0; БДТ-7,0), щоб подрібнити рослинні рештки.

Передпосівне середовище. Своєчасна і якісна передпосівна підготовка ґрунту впливає на глибину загортання насіння, легкість і рівномірність появи сходів, ріст рослин, розвиток і продуктивність озимої пшениці. Поверхня ґрунту повинна бути добре вирівняна. Різниця висоти гребенів, утворених робочими органами підгортальника або лапами борони, не повинна перевищувати 2 см.

Передпосівний обробіток ґрунту перед посівом є технічним процесом. Інтервал між культивацією і сівбою повинен бути

мінімальним в межах 0,5-1 години. В такому випадку поле не встигає пересохнути і насіння потрапляє у вологий ґрунт. Культивацію перед посівом слід проводити під невеликим кутом до напрямку посіву, щоб маркувальні знаки було легше побачити.

Останній варіант слід виконувати на глибину посіву 2-3 см. Відхилення глибини внесення від заданої не повинно перевищувати 0,5 см. Найкраще це досягається за допомогою ґрунтообробних агрегатів РВК-3,6, РВК-5,4, РВК-7,2 та VIP-5,6. Високу якість гарантують комбінатори провідних європейських фірм Compactor (Lemken), Europak (BBG), Europak 6000 (KLEINE), Terminator (Korgskilde), Multitiller, Terramax (RAU AGROTECHNIC), Sinhro Germ (FRANGUET) та інші.

Ці інструменти створюють ущільнену основу для посіву насіння. Це сприяє підйому капілярної води в ґрунті і забезпечує хороше зволоження насіння. Верхній талий шар добре забезпечений повітрям і теплом і створює оптимальні умови для трьох основних факторів проростання насіння: вологи, тепла і повітря.

Осінь має вирішальне значення для захисту майбутнього врожаю від шкідників, хвороб та бур'янів. Ранній посів певних культур має важливе значення, а вирощування стійких до хвороб і шкідників сортів є важливим. Однак, стійкі сорти мають обмежену кількість для деяких хвороб. Ефективний захист від шкідників вимагає оптимального поєднання економічних, агрономічних та хімічних заходів. Шкідливість злакових мух зростає через порушення сівозміни, системи обробітку ґрунту та пізні строки сівби. Кількість ґрунтових шкідників зростає через падалицю озимої пшениці та неякісне насіння. Неправильне застосування добрив обмежує компенсаторні можливості рослин. Методи обробітку ґрунту включають оранку, мульчування та прямий посів. Оскільки технологія обробітку ґрунту еволюціонує, своєчасний і цілеспрямований обробіток ґрунту має важливе значення для успішного вирощування сільськогосподарських культур.

Оранка дозволяє боротися зі шкідниками, підтримує здоров'я рослин і руйнує зелені мости. Вона також розпушує ущільнений ґрунт і сприяє пористості ґрунту. Осіння оранка корисна для важких ґрунтів, тоді як весняний обробіток прискорює прогрівання ґрунту і пригнічує бур'яни. Однак оранка може порушити склад ґрунту, зменшити корисну мікрофауну та підвищити ризик ерозії.

Мульчування передбачає посів на трохи меншу глибину без перевертання ґрунту. Мульча залишається на поверхні до і після посіву. Переваги мульчування включають запобігання ерозії ґрунту, стабільну структуру ґрунту та «належну технічну практику» в зонах ризику ерозії. Воно також зберігає поживні речовини, збільшує кількість ґрунтових безхребетних і не знижує врожайність та якість порівняно з традиційним обробітком ґрунту. Посів мульчі без передпосівної підготовки забезпечує найвищий контроль ерозії та стабільність

структури ґрунту. До недоліків можна віднести нерівномірний розподіл пожнивних решток та проблеми з посівним ложем. Потрібне спеціальне обладнання, а передпосівна підготовка більше підходить для середніх ґрунтів [3].

Висновки. Смуговий обробіток ґрунту розпушує ґрунт вузькою смугою, поєднуючи традиційні методи посіву. Переваги: запобігання випаровуванню ґрунтової вологи та ерозії, збереження структури ґрунту та одночасне внесення добрив. До недоліків можна віднести потребу в адаптованому ґрунтообробному обладнанні та GPS-системі. Метод прямого посіву ґрунтується на принципах «нульового обробітку ґрунту», що виключає традиційний обробіток ґрунту та підготовку посівного ложа. Насіння висівається на неорану солому за допомогою сівалки з дисками. Перевагами цього методу є хороше проникнення в ґрунт, менше ущільнення, збереження ґрунтової вологи та зменшення ерозії. Однак, цей спосіб є сприйнятливим до хвороб рослин, може потребувати гербіцидів і має затримку в підвищенні температури ґрунту.

Список використаних джерел.

1. Сторчоус І. Підготовка до посіву озимих зернових [Електронний ресурс] / І. Сторчоус // Агробізнес Сьогодні. Агрономія Сьогодні.Механізація АПК.. 2010. URL: https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/57-pidhotovka-do-posivu-ozymykh-zernovykh.html.

2. Чернецький П. Як правильно підготувати ґрунт під посів [Електронний ресурс] / П. Чернецький, А. Горобець // «Агроном» - журнал про сучасне вирощування сільськогосподарських культур. 2020. URL: https://www.agronom.com.ua/yak-pravylno-pidgotuvaty-grunt-pid-posiv/.

3. Огляд методів обробітку ґрунту: оранка, посів по мульчі, смугова оранка (strip-till), способи прямого посіву [Електронний ресурс] // KWS SAAT SE & Co. KGaA (ТОВ «КВС-УКРАЇНА»). 2024. URL: https://www.kws.com/ua/uk/agroservis/sivba/obrobitok-gruntu/metody-obrobitku-gruntu/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw6c63BhAiEiwAF0EH1CSmmGpcIcu9WDH2dvcOY7uXndZdqIdI192-Q5wWIBZhsWALezJ1cBoC724QAvD_BwE.

УДК 631.3

ВИДИ ДОБРИВ ТА СТРОКИ ЇХ ВНЕСЕНЯ

Масло М.В, здобувач ВО,
Горовий М.В.,
Калнагуз О.М. ст. викл.,
Сіренко Ю.В., PhD., доц.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. Своєчасне та правильне внесення добрив – обов'язкова умова для отримання продуктивного врожаю, адже воно сприяє покращенню характеристик ґрунту. Також за допомогою внесення добрив можна контролювати показники кислотності ґрунту. Щодо строків внесення добрив, то вони індивідуальні для кожної культури і залежать від особливостей ґрунту, природно-кліматичної зони та інших факторів.

Основні матеріали дослідження. Основне удобрення проводиться до проведення посівної компанії, найчастіше після збору попередника наприкінці літа чи восени. Таким чином, поживні елементи мають час на розкладання у землі, щоб стати доступними для кореневої системи рослин. Їх внесення залежить від пори року: фосфорно-калійні – пізня осінь; азотні – рання весна, безпосередньо перед посівною, або за низької забезпеченості ґрунту восени.

Основне внесення добрив – важливий аспект вирощування будь-якої культури, адже воно забезпечує правильне співвідношення поживних елементів.

Вносити добрива на цьому етапі можна за допомогою двох способів: локального та розкидного.

- Локальний підвищує продуктивність рослини, так як гранули вносяться безпосередньо в зону розміщення кореневої системи, і він є більш економним, ніж розкидний.
- Якщо застосовувать розкидний спосіб, важливо слідкувати за рівномірністю розподілення добрив, оскільки від цього залежить припосівне удобрення. Припосівне внесення добрив покликане покращити кореневе живлення рослини у період проростання насіння та на початкових етапах росту та розвитку до утворення повноцінної кореневої системи. Отже основні переваги припосівного внесення:
- Сприяє формуванню міцної, розвиненої кореневої системи що забезпечує ефективне використання рослиною власних ресурсів для розвитку та росту.
- Підвищує стійкість до тривалої посухи, затяжних дощів, різких перепадів температури, грибкових та бактеріальних захворювань.

В цей строк добрива вносять паралельно з посівом культури.

Вони розчиняються у ґрунтовому розчині та дисоціюють на іони. Чим більше земля насичується цими іонами, тим інтенсивніше у рослину поступають поживні речовини.

Обов'язково потрібно запам'ятати, ні в якому разі не можна допускати, щоб посівмат контактував з гранулами добрив. Слід вносити добрива глибше на 5 см та трохи поруч від рядка, оскільки молоді рослини на етапі проростання дуже чутливі до підвищеної концентрації солей.

Післяпосівне удобрення (позакореневе підживлення) проводиться під час вегетаційного періоду та має на меті підвищення якості сільськогосподарської продукції.

Основні види підживлення: Кореневе підживлення можна здійснювати поверхнево, або вносити поживні речовини безпосередньо у ґрунт. Найбільш ефективний цей тип підживлення на дерново-підзолистих та супіщаних ґрунтах. Гарного результату допомагає досягти кореневе підживлення озимих азотом.

2. Позакореневе підживлення виконується поверхнево: поживні речовини засвоюються листям і стеблами рослин. Найдоцільніше вносити таким чином мікроелементи.

Потреби рослин в поживних речовинах. Кожна культура потребує добрив, адже вони стимулюють її правильний розвиток та забезпечують отримання гарного врожаю. Слабкі пагони, відсутність цвітіння, пожовтіння листя, розтріскування плодів, поширення інфекційних хвороб – наслідки нестачі поживних речовин мінерального та органічного походження.

У період інтенсивного розвитку листя та пагонів, культура потребує азотного живлення. Потреби в азоті у культурних рослин різні. Азот в добривах має декілька форм: амідну, яка має пролонговану дію та стає доступною для культури через півтора місяці з грунту, а також є найкращим варіантом при внесенні; амонійну – підходить для закладання у ґрунт; нітратну – рослини одразу ж починають нею живитися.

Особливо необхідний культурним рослинам під час цвітіння та формування зав'язі. Він міститься не тільки у мінеральних добривах, а й в органіці – гної, зеленій масі, компості. Калійні добрива краще всього вносити одразу після збору врожаю.

Фосфор випускається у декількох формах: суперфосфати, фосфоритне борошно, подвійні суперфосфати. Вони відповідають за формування кореневої системи, тож рослини потребують його під час перших фаз росту. Якщо цього мінералу не вистачає, погіршуються поживні характеристики культури, значно сповільнюється ріст листя та стебла. Але підвищене дозування фосфору також небезпечне: рослина передчасно розвивається, плоди швидше дозрівають, що негативно впливає на врожайність.

За станом поля потрібно слідкувати, за ґрунтом, щоб поперед

вистежити його виснаження та зниження врожайності. Норми внесення добрив встановлюються, виходячи з потреб кожної культури, погодних умов, специфічних характеристик поля.

Щоб мінеральні добрива працювали ефективніше, слід: не перевищувати рекомендованого дозування; рослини, які дуже розрослися та зімкнули ряди, краще використовувати підживлювати позакореневим спосіб; для пом'якшення концентрованих добрив перед застосуванням їх можна розбавляти водою.

Внесення органічних добрив, у них міститься широкий діапазон поживних речовин. Найбільш популярний є: гній (суміш твердих та рідких екскрементів різних тварин, комплексно впливає на стан поля, збільшує запаси рухливих поживних елементів); пташиний послід (швидко діє; надзвичайно багатий фосфором, азотом, калієм); торф (рослинна маса, яка розклалася та містить фосфор і азот) та компост.

Чудово доповнює компост, кісткове та рибне борошно. збагачує родючий шар землі. Переваги органічніх добрив іх легкодоступність а також людство має багатовіковий досвід їхнього використання в землеробстві. Мають меншу концентрацію корисних елементів та повільно впливають на ріст рослини, можуть бути джерелом поширення бур'янів

Мінеральні добрива більше концентрацію мікроелементів ніж у органічних. Щодо внесення добрив приймають рішення у господарстві з огляду на результати агрохімічного обстеження і фітосанітарний стан полів, забрудненість, потенціал продуктивності гібрида і посівні якості насіння, вологозабезпеченість та інші чинники формування врожайності. Норми внесення мінеральних добрив визначають балансовим методом зважаючи на ґрунтово-кліматичні умови. Адже у посушливих регіонах за вирощування на богарі основний лімітувальний фактор — волога. Для забезпечення максимальної економічної ефективності внесення добрив рекомендовану норму уточнюють для кожного конкретного поля, враховуючи вплив попередника та його удобрення, фактичну родючість ґрунту, потенціал продуктивності вирощуваних гібридів і рівень запланованого врожаю. Якщо брати до уваги не лише співвідношення елементів живлення у добривах, а й їх форми. Різні форми добрив, що містять одну й ту саму кількість діючої речовини, забезпечують різні результати, що зумовлено фізіологічними особливостями.

Ефективність мінеральних добрив значною мірою залежить від способів і строків їх внесення у ґрунт. Система удобрення складається із чотирьох ланок: основне, допосівне, припосівне удобрення та підживлення. Найбільший ефект на важких і середніх ґрунтах дає внесення восени під зяблеву оранку. Весняне внесення під культивацію не забезпечує належного ефекту, оскільки верхній шар швидко пересихає, і добрива стають не доступними для рослин.

Для ефективного використання мінеральних добрив важливе

значення має спосіб унесення. Розкидним способом їх доцільніше вносити восени під основний обробіток ґрунту, аніж навесні під культивацію. Восени краще вносити добрива локально, смугами на відстані 35–40 см і на глибину 10–12 см культиваторами-рослинопідживлювачами, обладнаними туковисівними апаратами. За локального внесення ефективність мінеральних добрив вища на 25–60% якщо зрівнувати з розкидним способом.

Основне удобрення. Фосфорні й калійні добрива вносять під зяблевий обробіток ґрунту, азотні під передпосівну культивацію. Ефективно вносити повне мінеральне добриво навесні локально на глибину 12–14 см.

Висновки. Весняне (допосівне) внесення азотних і калійних добрив бажане на легких піщаних ґрунтах за достатнього зволоження, щоб зменшити втрати від вимивання в осінньо-весняний період. Проте є застереження щодо внесення хлоровмісних добрив, зокрема хлористого калію.

Список використаних джерел.

1. Юник А. Рекомендації з унесення добрив на підставі практичного досвіду господарств [Електронний ресурс] / А. Юник, І. Трифонов // Агробізнес Сьогодні. Агрономія Сьогодні. Механізація АПК. 2020. URL: https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19860-rekomendatsii-z-unesennia-dobryv-na-pidstavi-praktychnoho-dosvidu-hospodarstv.html.

2. Коваленко І. Вибір й особливості експлуатації машин для внесення гранульованих мінеральних добрив [Електронний ресурс] / І. Коваленко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. 2022. URL: https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/24362-vybir-i-osoblyvosti-ekspluatatsii-mashyn-dlia-vnesennia-hranulovanykh-mineralnykh-dobryv.html.

3. Думич В. Машини для внесення твердих міндобрив [Електронний ресурс] / В. Думич, М. Мазурак // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. 2019. URL: https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/14334-mashyny-dlia-vnesennia-tverdykh-mindobryv.html.

4. Техніка для точного дозування і розподілу мінеральних добрив [Електронний ресурс] // AGROEXPERT – щомісячне науково-практичне видання. 2020. URL: https://agroexpert.ua/tekhnika-dlia-tochnoho-dozuvannia-i-rozpodilu-mineralnykh-dobryv/.

УДК 631.3

ОГЛЯД СИСТЕМ ОБМОЛОТУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Гречаний А.О, здобувач,
Горовий М.В.,
Калнагуз О.М. ст. викл.,
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. Найважливішою ланкою в багатоскладовому ланцюжку виробництва зерна і найбільш напруженою і відповідальною операцією є збирання, яке є завершальною операцією в технології вирощування сільськогосподарських культур. Ефективність його проведення залежить перш за все від досконалості і надійності використаних зернозбиральних комбайнів [1].

Основні матеріали дослідження. Конструкції сучасних комбайнів за технологічними схемами молотильно-сепарувальних пристроїв (МСП) поділяють на три основні типи: класичний, роторний і комбінований. У комбайнах класичної схеми обмолот і сепарація зернових культур здійснюється бильним барабаном і клавішним соломотрясом. У роторних комбайнах процес обмолоту та сепарації відбувається в одному пристрої, який одночасно обмолочує і сепарує зерно. В комбінованих МСП для обмолоту та сепарації рослинної маси використовується класична схема МСП, а сепарація грубого (соломистого) вороху здійснюється за допомогою роторних соломо сепараторів [2].

Одними з основних та найвідоміших серед українських аграріїв продуктом компанії Case-IH – це роторні зернозбиральні комбайни. На українському ринку дані комбайни широко використовуються для збирання кукурудзи на зерно, адже першочергово саме для цього і були розроблені. Але сфера застосування не обмежується лише даною культурою і включає в себе широкий спектр різноманітних культур.

Case-IH постачає комбайни Axial-Flow 150 та 250 серій. Однією із особливостей даних машин є двигун FTP із технологією HI-eSCR. Дана технологія запатентована FTP Industrial – це система селективного каталітичного відновлення. Завдяки даній технології двигун відповідає нормам викидів Stage 5. Унікальним елементом даної технології є система для контролю дозування сечовини. Перевагою системи HI-eSCR є відсутність EGR, що зумовлює наявність інших переваг: відсутність потреби у примусовій регенерації і економія часу за рахунок відсутності простоїв, спрощення і компактність системи, зменшення зносу.

Комбайни Case-IH, як і більшість сучасних зернозбиральних

комбайнів, оснащені системою для автоматичного регулювання роботи комбайна. За допомогою системи AFS Harvest Command оператор може досягти бажаного результату користуючись власними або початковими параметрами.

New Holland також пропонує клієнтам широкий спектр зернозбиральних комбайнів від класичних до роторних. Розвиток барабанно-клавішних комбайнів подібний способами які застосовуються в інших вказаних вище виробників. Встановлення додаткових барабанів, а саме ротаційного сепаратора та відбійного бітера. Так в комбайнах лінійки CX в зоні молотарки встановлено чотири барабани.

Система очищення також схожа на розробки інших виробників і автоматично регулює обертання вентилятора залежно від величини схилу. Комбайни New Holland оснащені системою IntelliCruise яка автоматично регулює робочу швидкість пристосовуючись до завантаженості похилої камери масою. Під час роботи оператор має змогу під час роботи спостерігати за вологістю зерна яке проходить комбайнування. Ще однією лінійкою New Holland є група роторних комбайнів CR. Оснащені двороторним МСП дані комбайни майже нічим не відрізняються від подібних машин інших виробників, але нічим і не поступаються про що свідчить стійка позиція на ринку.

Наразі компанія John Deere пропонує комбайни в трьох серіях — W, T і S. Представники двох перших серій — це барабанно-клавішні комбайни. Особливістю комбайнів серії T є наявність у МСП п’яти функціонально різних барабанів, які мають власні сепарувальні деки. Їхня площа, призначена для сепарації зерна саме в цій зоні молотарки (зона вимолоту), досягає 2,8-3,36 м^2. Така п’ятибарабанна МСС забезпечує: високу інтенсивність обмолочування та сепарації зерна в зоні вимолоту; низькі втрати зерна за молотаркою; обмолочування хлібів у режимі пропускної здатності до 14–16 кг/с та відповідно високу продуктивність; зменшення питомої витрати пального завдяки високій продуктивності [6].

Висновки. Провівши аналіз розвитку ринку комбайнів можна з впевненістю сказати що за останні роки всі новітні комбайни мають більш потужні двигуни, що вплинуло на їх підвищену продуктивність. Тому такі новітні комбайни в змозі швидко проводити збиральні роботи на полі.

Список використаних джерел.

1. Макаренко М. Технології збирання зерна: вибір правильного комбайна [Електронний ресурс] / М. Макаренко // АгроЕліта. Всеукраїнський аграрний Журнал. 2016. URL: https://agroelita.info/tehnolohiji-zbyrannya-zerna-vybir-pravylnoho-kombajna/.

2. Зернозбиральні комбайни: огляд ринку [Електронний ресурс]

// АгроЕліта. Всеукраїнський аграрний Журнал. 2020. URL: https://agroelita.info/zernozbyralni-kombajny-oglyad-rynku/.

3. Коваленко І. Вибираємо зернозбиральний комбайн [Електронний ресурс] / І. Коваленко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. 2020. URL: https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/24785-vybyraiemo-zernozbyralnyi-kombain.html.

4. Смакота Я. ТОП-5 кращих зернозбиральних комбайнів [Електронний ресурс] / Я. Смакота // AgroApp.Безкоштовний сервіс для фермерів. 2023. URL: https://agroapp.com.ua/uk/blog/top-5-krashhix-zernozbiralnix-kombajniv/.

5. Топ-15 зернозбиральних комбайнів у Європі [Електронний ресурс] // Сайт eauto.org.ua. 2024. URL: https://eauto.org.ua/news/492-top-15-zernozbiralnih-kombayniv-u-yevropi.

6. Занько М. Зернозбиральні комбайни – фаворити ринку [Електронний ресурс] / М. Занько // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. 2021. URL: https://propozitsiya.com/ua/zernozbiralni-kombayni-favoriti-rinku.

УДК 631.3

ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ ПІД КУКУРУДЗУ

Водолазький Д.І, здобувач ВО,
Горовий М.В.,
Калнагуз О.М. ст. викл.,
Сіренко Ю.В., PhD., доц.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. Основний обробіток ґрунту перед посівом кукурудзи – це перший і найважливіший крок у вирощуванні цієї культури. Від того, наскільки якісно буде проведений цей етап, залежить майбутній урожай.

Основні матеріали дослідження. До важливих факторів при якісному обробітку ґрунту належить насамперед створення оптимальних умов для вирощування культури та відновлення природної структури ґрунту. Починати підготовку ґрунту слід ранньою весною. Як тільки розтане сніг, приступаємо до роботи. Мета нашої роботи створити пухкий, насичений вологою та теплом ґрунтовий покрив. Що дозволить після посіву кукурудзи створити активне проростання з високою схожістю.

Методи та глибина обробки ґрунту перед посівом визначаються

такими факторами: гранулометричний склад ґрунту, ступінь його засміченості бур'янами, вид сільськогосподарської культури та заплановані терміни висіву.

Перед початком посівних робіт виконують такі заходи:

Оранка. Використовують у районах із надлишком вологи, особливо для просапних культур, а саме коли додають органічні добрива. Це дозволяє зберегти вологу в ґрунті та підготувати умови для ефективної роботи сільськогосподарської техніки.

Боронування. Починати дану операцію слід коли розтане сніг. Мета закриття вологи та розрівнювання поверхні поля. Найпопулярнішим знаряддям для обробітку є дискова борона.

Культивація. Після завершення боронування відраховують 1-3 дні та починають культивацію. Обов'язковим цей етап є для пізніх ярих культур , в нашому випадку для кукурудзи. Проводять не менше в два сліди. За конструкцією найчастіше застосовують культиватори обладнані стрільчастими лапами, що забезпечують рівномірне розпушення ґрунту та знищення бур'янів. Це впливає на посів та подальший розвиток культури.

Прикочування. Заключна частина обробітку землі це робота з котками. Вони допоможуть вирівняти поверхню поля, розбити грудки та глиби, а також зберегти вологу необхідну для проростання культури.

Внесення мінеральних добрив. Найефективнішим методом внесення, вважають внесення добрив під час сівби. Для стартового живлення кукурудзи найкраще використовувати двокомпонентні добрива, що містять поживні елементи –азот (N) і фосфор (P).

Застосування гербіцидів. Гербіциди – це ефективний інструмент для боротьби з бур'янами на полях. Перед посівом часто використовують гербіциди, які закладають у ґрунт, щоб запобігти проростанню бур'янів.

В залежності від вибору культури та кліматичних умов, використовують такі системи:

- відвальна. Ефективний на території надмірного зволоження. Глибока оранка з повним перевертанням пласта. Безвідвальна. Глибоке рихлення захищає від вітрової ерозії.
- мінімальна. Дає можливість поєднати кілька процедур , використовуючи комбіновані агрегати.
- смугова. Смуговий обробіток ґрунту ефективний на малородючих ґрунтах із застосуванням потужної техніки.
- нульовий. Система, яка передбачає посів культури в необроблений ґрунт.

За порадами фахівців оптимальним та найефективнішим є обробіток ґрунту влітку або на початку осені.

Застосовують класичну технологію: лущення стерні використовуючи дискові культиватори, оранка лемішними плугами. Ця технологія дозволяє знизити проростання бур'янів. На дуже засмічених

полях ефективним буде застосування комбінованих агрегатів обробітку ґрунту.

Наступною процес є ґрунтозберігаюча та енергозберігаюча технологія. Ця система дає змогу зменшити кількість проходів техніки по полю, що забезпечує ґрунт зберігати вологу.

У регіонах, що страждають на дефіцит вологи застосовують мульчуючу технологію. Цей процес передбачає поєднання механічного та хімічного обробітку ґрунту. Восени замість боронування проводять глибокий обробіток ґрунту , що дозволяє залишити рештки рослин, які необхідні для мульчування. Це належить до консервуючої технології. У різних регіонах України під кукурудзу застосовують осінній диференційований обробіток ґрунту (оранка, чизелювання, комбінований обробіток). Не рекомендують проводити весняний основний обробіток ґрунту. Це може привести до погіршення структури ґрунту та втрата вологи.

Ефективно застосовувати безплужну технологію, яка передбачає застосування вертикальних агрегатів. Які руйнують плужну підошву без перевертання скиби та ущільнення.

Для застосування ефективних системи та способів обробітку ґрунту необхідно враховувати склад ґрунту, рельєф місцевості, клімат, шкідливі бур’яни. В нашому випадку слід враховувати біологічні особливості кукурудзи. Як відомо кукурудза має розвинену кореневу систему, яка потребує глибокий обробіток ґрунту.

Високий результат надає «гладка» оранка висококліренсними оборотними плугами. Повне загортання рослинних рештків, дає змогу вирівняти поверхню та підготувати поле до сівби навесні.

Після попередника грубостеблових культур, рекомендують перед полицевою оранкою здійснити дискове боронування сучасними агрегатами, що дає можливість подрібнити рослинні рештки на поверхні поля. Поширений у сільському господарстві полицевий обробіток ґрунту має ряд негативних наслідків. Інтенсивна механізація та велика розораність земель призводять до посилення ерозії, виснаження ґрунтів та значних витрат на пальне. Це, в свою чергу, загрожує зниженням врожайності, забрудненням водних ресурсів та деградацією екосистем. Оскільки традиційні методи обробітку ґрунту мають ряд недоліків, у сучасному сільському господарстві все більшої популярності набуває чизельний обробіток ґрунту. Як наслідок економія часу, палива та коштів.

Чизелювання – це сучасний, ефективний метод обробки ґрунту, особливо корисний для чорноземів. Ця технологія передбачає вертикальне розпушування ґрунту на значну глибину за допомогою спеціальних знарядь – чизелів. Такий підхід не лише покращує структуру ґрунту, але й сприяє кращому проникненню води та повітря, що є життєво важливим для розвитку кореневої системи рослин. Завдяки чизелюванню, чорноземи стають більш пухкими та

водопроникними, що сприяє збереженню вологи, особливо в посушливі періоди. Крім того, цей метод допомагає зменшити ерозію ґрунту, захищаючи його від змивання та видування.

Особливо помітні результати чизелювання при вирощуванні кукурудзи. Ця культура добре відгукується на глибоке розпушування, що сприяє розвитку потужної кореневої системи і, як наслідок, збільшенню врожаю. Дослідження показують, що на рівнинах урожайність кукурудзи після чизелювання може дорівнювати врожаю, отриманому при традиційній оранці.

Переваги чизелювання очевидні: поліпшення структури ґрунту, підвищення його вологоємності, зменшення ерозії, стимуляція росту рослин та, як результат, збільшення врожайності. Тому цей метод стає все більш популярним серед аграріїв, які прагнуть отримати стабільні та високі врожаї. При вирощуванні кукурудзи за принципами ґрунтозахисного землеробства ефективним є застосування плоскорізного обробітку ґрунту. Цей метод передбачає використання спеціальних знарядь — плоскорізів, які розпушують ґрунт без його перевертання, сприяючи збереженню вологи та зменшенню ерозії.

Технологія демонструє позитивні результати у вирівнюванні поля та боротьбі зі шкідниками, однак її тривале використання вимагає детального аналізу з метою запобігання передчасному руйнуванню стерні та розвитку ерозії. Для забезпечення дружних сходів кукурудзи необхідно дотримуватися оптимальних температурних умов. Оптимальна температура ґрунту на глибині загортання насіння становить 10-12°С, що, як правило, припадає на кінець квітня - початок травня. Ранні посіви в холодний ґрунт можуть призвести до не якісного проростання, що негативно впливає на подальший розвиток рослин і, як наслідок, на врожайність.

Сучасна технологія вирощування кукурудзи пропонує ефективний метод обробітку ґрунту: одночасне виконання основних і передпосівних операцій за допомогою спеціальних агрегатів, що скорочує витрати на паливо та робочу силу. Передпосівна обробка ґрунту під кукурудзу вимагає ретельного планування та виконання. Головні цілі: зберегти вологу в ґрунті, створити оптимальні умови для проростання насіння (пухкий, рівний ґрунт), мінімізувати витрати на обробку та зберегти структуру ґрунту.

Найчастіше кукурудзу вирощують, використовуючи такі системи основного обробітку ґрунту: оранка; дискування важкою дисковою бороною; глибоке розпушування; диско-лапові агрегати; No-Till; Strip-Till. Культивація більше не є обов’язковою фазою у вирощуванні кукурудзи завдяки новітнім підходам.

Висновки. Важливим фактором для якісного виконання обробітку ґрунту є розумний вибір техніки під відповідну операцію. На зараз застаріла техніка не приносить значної користі, тому краще придбати більш сучасну та ефективну. Основний обробіток ґрунту під

кукурудзу – це багатогранний процес, який вимагає глибоких знань, досвіду та постійного вдосконалення. Правильно підібрана система обробітку є запорукою стабільних високих врожаїв кукурудзи та збереження родючості ґрунту для наступних поколінь.

Список використаних джерел.

1. Цилюрик О. Ефективні прийоми обробітку ґрунту під кукурудзу [Електронний ресурс] / О. Цилюрик // Агробізнес Сьогодні. Агрономія Сьогодні.Механізація АПК. 2019. URL: https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12698-efektyvni-pryiomy-obrobitku-gruntu-pid-kukurudzu.html.

2. Обробіток ґрунту під кукурудзу: поради фахівця [Електронний ресурс] // Головний сайт агронома. SuperAgronom.com. 2020. URL: https://superagronom.com/articles/392-obrobitok-gruntu-pid-kukurudzu-poradi-fahivtsya.

3. Хмелюк О. Аграрний лайфхак // Особливості обробітку ґрунту під кукурудзу [Електронний ресурс] / О. Хмелюк // AgroPortal.AgroCheck.Рослинництво. 2020. URL: https://agroportal.ua/agrocheck/special-projects/agrarnyi-laifkhak-osobennosti-obrabotki-pochvy-pod-kukuruzu.

4. Горбатенко А. Зяблевий обробіток під кукурудзу [Електронний ресурс] / А. Горбатенко, В. Судак, В. Чабан // Сайт "Агрономія сьогодні" - агрономічний довідник для фермерів та агрономів. 2024. URL: https://agronomy.com.ua/statti/zernovi-kultury/2199-ziablevyi-obrobitok-pid-kukurudzu.html.

5. Коваленко, І.М., Масик, І.М. 2018. Вплив технології вирощування кукурудзи на зерно на урожайність та економічну ефективність в умовах Лівобережного Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. № 99. С. 67–76. https://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/6146

6. Ефективність технології Strip-till при вирощуванні кукурудзи [Електронний ресурс] / Л.Шустік, Н. Нілова, С. Степченко, О. Тихоненко // «Агроном» - журнал про сучасне вирощування сільськогосподарських культур. 2021. URL: https://www.agronom.com.ua/efektyvnist-tehnologiyi-strip-till-pry-vyroshhuvanni-kukurudzy/.

УДК 620.1.631

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ В НАПРЯМКУ ПЕРЕРОБКИ М'ЯСА

Ізотов В.М., 21ГМ група,
Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.,
Самойчук К.О. д.т.н., проф.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Харчова промисловість України забезпечує соціально-економічну стабільність та продовольчу безпеку населення, відіграє важливу роль у зростанні української економіки, має значну частку в структурі промисловості (21,0% у 2017 р.), сприяє формуванню експортного потенціалу країни (23,1% промислового експорту) та є привабливою для іноземних інвестицій (26,1% від загального обсягу прямих інвестиційну промисловість України [1].

Основні матеріали дослідження напрямки: теплове та холодильне. Теплове обладнання застосовується зазвичай в закладах громадського харчування. За метою і сферою використання воно може бути універсальним або спеціалізованим. Детальна класифікація теплового обладнання: поділ за основними параметрами: жарка і випічка; варка і приготування на пару; комбіновані процеси; розморожування; розігрів готових виробів; підтримка необхідної температури харчових продуктів [2].

Щоб на тривалий термін зберегти свіжість сировини і готових продуктів, заклади громадського харчування та магазини застосовують спеціальну холодильну техніку.

На рибо- і м’ясопереробних заводах використовуються морозильні і холодильні установки; їх також застосовують на виробництві молочної та кондитерської продукції і при обробці овочів. Якість і безпека м’яса залежить від правильної підготовки сировини. Найважливіша роль в цьому процесі – устаткування, тому що воно спрощує, або навіть автоматизує переробку м’яса. Основне обладнання, що застосовується на м’ясопереробних підприємствах [2]:

- машини з розбирання та обвалювання м’яса: за допомогою них можна швидко робити різні заготовки

- кутери: для подрібнення і перемішування сировини; вони бувають відкритими або вакуумними; цикл роботи: періодичний або безперервнийм’ясорубки: для подрібнення м’яса в фарш дзиги: для подрібнення м’яса з жилами і обробки морозива фаршу

- фаршемішалки: для змішування фаршу з іншими інгредієнтами; вони бувають вакуумними, відкритими і закритими;

- автоклави: для стерилізації м'ясної продукції за допомогою тепла і тиску, – забезпечується свіжість м'яса, і, при цьому, виключається потрапляння шкідливих мікроорганізмів, збільшується термін зберігання продукції;

- допоміжні механізми (кліпсатори ковбас і т.п.)Устаткування для переробки і заморожування продукції (термодимові камери копчення, установка шокової заморозки та ін.)

Сфера виробництва продовольства є однією з небагатьох галузей реального сектора економіки України, що демонструє поступове зростання, незважаючи на складні умови функціонування. Водночас посилення інтеграційних тенденцій, зокрема, імплементація Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, втрата традиційних ринків збуту в результаті російської агресії, поставили перед українськими виробниками харчових продуктів нові зовнішні та внутрішні виклики, подолання яких пов'язано з вирішенням багатьох проблем. Серед проблем, що сьогодні обмежують розвиток виробництва харчової продукції слід відзначити [1,3,4]:

застарілість виробничого устаткування та ускладненням упровадження систем стеження контролю безпечності харчових продуктів приводить до низької конкурентоспроможність окремих українських харчових продуктів порівняно з аналогічною продукцією країн ЄС і розвинених країн світу;

низький рівень відтворення основних засобів підприємств харчової промисловості призводить до відставання вітчизняного виробничого потенціалу від світового техніко-технологічного рівня, а високий рівень зношування основних засобів (понад 50%) обмежує можливості випуску якісної й конкурентоспроможної продукції;

затримка інноваційного оновлення матеріально-технічної бази харчового виробництва спричинена ускладненням фінансування, особливо для малих та середніх підприємств, через високі ставки банківського кредитування;

нестача кваліфікованих кадрів технічних спеціальностей, спроможних працювати з сучасним виробничим обладнанням

різниця в технічних і санітарних стандартах системи стандартизації і сертифікації харчових продуктів актуалізує прискорення процесу реформування системи технічного регулювання до європейської системи оцінки відповідності продукції згідно з європейськими директивами.

З іншого боку, в Україні останнім часом виробництво машин і устаткування для виготовлення харчових продуктів скоротилося майже на третину. Однією з особливостей харчового машинобудування є раціональний вибір конструкційних матеріалів. Їх застосування обмежене санітарно – гігієнічними вимогами і обумовлене доступністю та вартістю. Зокрема, для виробництва елементів обладнання, що контактують з харчовим продуктом в харчовій промисловості

дозволений вузький асортимент матеріалів [4]. Використання кольорових сплавів, легованих і високолегованих сталей не завжди економічно виправдано, а зносостійкість конструкційних матеріалів в харчових середовищах часто зумовлена їх антикорозійними властивостями і характеристики міцності не завжди мають першорядне значення. Перспективним є використання в харчовому машинобудуванні полімерних, композитних та керамічні матеріалів для виготовлення деталей і вузлів технологічного обладнання. Результатом цього може стати зниження матеріало та енергоємності продукції.

Висновки. Таким чином розвиток харчового машинобудування є одним з дієвих механізмів та інструментів вирішення проблем розвитку потенціалу ринку харчової промисловості, що дозволить здійснювати:

- модернізацію та реконструкцію, розширення діючих і будівництво нових виробничих потужностей відповідно до вимог і нормативів ЄС;
- підвищення ресурсо- та енергоефективності в харчовому виробництві,
- запровадження у виробництво енергоефективних заходів, зокрема, використання альтернативних видів палива;
- заміну обладнання на більш енергоефективне; впровадження системи комплексної переробки відходів та забезпечення глибинної переробки сировини.

Список використаних джерел

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

2. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250с.

3. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: ММД, 2020. 428с.

4. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences. 2020. 5. 51–59 pp.

UDC 631.46

EVALUATING THE AGGREGATE PROPERTIES OF PODZOLIZED CHERNOZEM IN AGRICULTURAL AND ABANDONED LAND

Pascuzzi Simone[1], проф.,
Ігнатьєв Є.І.[2], к.т.н.,
Фокіна Я.Є.[2]
[1]*University of Bari Aldo Moro*
[2]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Introduction. Prolonged intensive use of Chernozems in the Central Forest-Steppe of Ukraine leads to the degradation of agroecosystems, particularly affecting Chernozems. This results in the depletion of humus content and the overall deterioration of agrophysical properties of these valuable zonal soils. This degradation process leads to the destruction of soil structure, compaction, and the development of erosion processes. A necessary measure for the rehabilitation of degraded Chernozems is the restoration of their structural-aggregate state. Soil structure influences the global carbon cycle, fertility, environmental conditions, and the humus regime in arable Chernozems. Soil structure refers to the form and size of structural units and water-stable aggregates that soil breaks down into under agrogenic loads, characterized by the shape and degree of aggregation. One of the most important indicators of structure is its water stability – the ability to withstand disintegration when moistened.

Methods. Soil structure is quantitatively assessed based on the distribution of aggregate contents (air-dry and water-stable) by their size. The primary quantitative indicator of structure is the content of air-dry aggregates of different sizes. Another indicator of structure is its resistance to external influences, among which the most important is the effect of moisture. The simplest rapid method for quantitative assessment of structure involves sieving air-dry soil through a set of sieves of different sizes or shaking sieves in water during wet sieving. However, the adopted procedures for evaluating the results of wet and dry sieving typically aim to reduce all data to a single indicator. The structure coefficient is often used – the ratio of aggregates from dry sieving with sizes 10(7)-0.25 mm to the sum of structural units > 10 mm and < 1 mm. For a quantitative characterization of structure, the content of agronomically valuable aggregates in the soil is also used, with different sources defining different size limits for this fraction: most consider aggregates of 7-0.25 mm or 10-0.25 mm to be agronomically valuable. Additionally, average aggregate size indicators such as mean weighted diameter and mean geometric diameter are used. According to these approaches, from a fairly large array of data (size distribution), only

one value is usually taken, complicating a detailed characterization of soil structure.

For a more detailed characterization of soil structure, additional data are often used alongside dry sieving results: concerning the water stability of aggregates, the size distribution of water-stable aggregates, microaggregates, and granulometric elements in the soil. The prospects for mathematically describing aggregate composition as a distribution, in this example – lognormal, have been previously shown.

In modern soil physics, soil structure is modeled using geometric models, which can generally be divided into two classes – regular and irregular models. In regular models of soil structure, the principle of complete similarity of parts of the pore space of capillary-porous bodies is implemented, and differential porosity calculations are based on geometry. The commonality of regular models is that they completely exclude the element of randomness, order disruption, and chaotic organization of soil units and their spatial arrangement. Irregular models of soil structure include models based on similarity concepts. These models extensively use concepts of fractal geometry and the fractal dimension of soil's porous space. Fractal models of soil structure are based on chaos theory, of which fractals are a part.

Effective assessment of the structural-aggregate state of Chernozems requires regular, comprehensive, interdisciplinary studies of the agroecological functions of soils and their closely related soil genetic and dynamic properties. Genetic, stable soil properties include: the degree of manifestation of the soil formation process, structural-aggregate composition, fractional and group composition of humus, granulometric and mineralogical composition, and soil profile thickness. These properties reflect the potential ability of soils to function within an agroecosystem. Dynamic, manageable soil properties include numerous agrochemical, physical, physicochemical, and biological parameters and processes.

Purpose. To identify the main patterns of transformation and establish normative parameters for changes in the structural-aggregate composition of low-humus podzolized Chernozem in the Central Forest-Steppe of Ukraine during the transitional period to No-till and minimum tillage systems in the agrocenosis of a 5-field grain-row crop rotation. This will be achieved by developing a comprehensive methodological approach that includes conventional soil structure assessment methods and modern statistical data analysis techniques. Existing modern statistical methods and approaches allow for maximum utilization of obtained data with minimal information loss. One of the most common approaches is the principal component analysis (PCA), cluster analysis, non-parametric statistics, and fractal analysis.

Materials and Methods. The research was conducted in a field stationary experiment at the Cherkasy State Agricultural Research Station from 2016 to 2021. The soil is strongly degraded low-humus medium loam

podzolized Chernozem on carbonate loess. In the plow layer, the humus content is 2.76-3.03% (according to Tyurin's method), the sum of absorbed bases is 24.5-28.1 mg-eq per 100 g of soil, hydrolytic acidity is 1.99-2.19 mg-eq/100 g of soil, and the pH of the salt extract is 5.56-6.31. The base saturation degree is 92.8-93.3%, the content of mobile phosphorus (according to Truog's method) is 9.0 mg per 100 g of soil, and exchangeable potassium (according to Brovkina's method) is 12 mg per 100 g of soil.

The research was conducted in a field stationary experiment studying the productivity of a 5-field grain-row crop rotation, which included peas, winter wheat, corn, soybeans, and barley. The cultivation system included:

1. Differentiated tillage based on plowing.
2. Differentiated tillage with deep chiseling in 2016 followed by surface tillage to a depth of 10-12 cm for all crops in the rotation over a period of 6 years.
3. Minimum tillage to a depth of 5-6 cm against the background of systematic plowing (transitional tillage).

The fertilization system used was $N_{75}P_{65}K_{82}$ + 6 t ha^{-1} of by-products.

Results and Discussion. The fractal assessment of the distribution of water-stable aggregates within the agronomically valuable interval revealed that during surface tillage, the fractal dimension (D) exceeded D>1.6, characterizing the soil system as unstable and capable of transitioning to a new state. Regardless of the tillage method, the correlation coefficient in the distribution series of water-stable aggregates ranged from C = -0.45 to -0.53, while the Hurst exponent was close to H = 0, indicating the unpredictability of the soil system's behavior.

During the summer period, the fractal dimension fell within the range of $1.4 \leq D \leq 1.6$, determining the stability of the distribution of components regardless of the soil cultivation method. However, towards the end of the crop vegetation in July, the fractal dimension of the distribution of components fell below $D < 1.4$, leading the soil system into an unstable state.

The analysis of the Hurst exponent showed that for surface tillage and plowing, H = 0.57-0.59, indicating the state of the distribution of structural components corresponding to "white" noise or chaotic behavior of the series, i.e., the lowest reliability of prediction. For transitional tillage, the Hurst exponent falls within the range of $0.6 \leq H < 1$, indicating trend persistence and a long-term memory effect. However, during the summer period, the state of the distribution of structural components falls within the range of chaotic behavior of the soil system ($0.5 < H < 0.6$) regardless of the soil cultivation method. The value of the Hurst exponent for the distribution of components in July, regardless of the cultivation method, reached values of $D > 1.6$, indicating the instability of the soil structure, with the soil as a system being "ready" to transition to a new state.

The calculations of correlation (C) in the series of distribution of fractions of structural components showed that the stronger the distribution stability according to the D and H parameters, the weaker the correlation

between the fractions. Thus, during the spring period, the correlation coefficient C was at a low level (C = +0.10-0.20) both in spring and in the summer period. When the soil system enters a bifurcation state according to the D and H parameters, the correlation between the fractions of structural components strengthens. For instance, during surface tillage, the correlation coefficient (C) increases to +0.45, while for plowing and transitional tillage, it reaches correlation values of C = 0.35-0.39.

Conclusion. Based on the conducted studies, it can be concluded that the systematic application of surface tillage resulted in a better agrophysical state of the 0-30 cm layer of Chernozem in terms of structural state and water stability of the structure compared to plowing and transitional tillage. The main finding is that during surface tillage, the water stability of the soil structure in the 0-30 cm layer of Chernozem was in a better qualitative and quantitative state in seasonal measurements compared to systematic plowing and transitional tillage. This should be considered the completion of the transition period (6 years) to the application of the No-till system in continuous implementation within a 5-field crop rotation.

References

1. Olt J., Bulgakov V., Beloev H., Nadykto V., Ihnatiev, Ye., Dubrovina O., Arak M., Bondar M., Kutsenko A. A mathematical model of the rear-trailed top harvester and an evaluation of its motion stability. Agronomy Research 20(2), 2022, pp. 371–388.

2. Adamchuk V., Bulgakov V., Korenko M., Boris A., Boris M., Ihnatiev Y. Laboratory and field equipment workingout and the results of experimental studies of pre-harvesting sugar beet field conditions. Mechanization in agriculture. Sofia, Bulgaria, 2016. Issue 1. pp. 3–5.

3. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Ігнатьєв Є.І. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату. Вісник аграрної науки 95 (3), С. 47–53.

4. Ihnatiev Y. Theoretical substantiation of topping parameters without sugar beet head copying. IV International scientific Congress “Agricultural machinery”. Varna. Issue 18 (181). Vol. 1, 22-25 june 2016. P. 55–58.

УДК 631.348

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ОБРОБКИ НАСІННЯ ЗАХИСНО-СТИМУЛЮЮЧИМИ ПРЕПАРАТАМИ

Куликівський В.Л., к.т.н., доц.,
Боровський В.М., ст. викл.
Поліський національний університет, м. Житомир, Україна.

Постановка проблеми. Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур пов'язані з використанням ефективних агротехнічних прийомів, спрямованих на зниження витрат праці та собівартості продукції зі збільшенням обсягів виробництва і підвищенням якості урожаю. Важливим елементом передової технології та агротехніки є використання насіння із високими посівними якостями. Правильна передпосівна обробка матеріалу збільшує польову схожість насіння, знижує показник пошкодження рослин шкідниками, хворобами і дозволяє отримати задану кількість та густоту культурних рослин [1, 2].

Основні матеріали дослідження. Основні технологічні завдання, які вирішуються передпосівною обробкою насіння представлені на рис. 1. Стимулювати появу дружніх сходів є можливим, забезпечивши надходження до насіння достатньої кількості вологи (прискорюючи набухання), а також сприяючи активності фітогормонів та ферментів, що беруть участь у розщепленні додаткових поживних речовин. З практичної точки зору цього досягають, обробивши насіння розчинами, синтетичними аналогами фітогормонів та біологічно активними речовинами (мікроелементами).

Рис. 1. Завдання обробки насіння перед сівбою

На показники якості обробки поряд із рівномірністю дозування насіння та препарату вирішальний вплив має організація технологічного процесу нанесення робочої рідини на посівний матеріал. В ідеалі такий процес має бути організований так, щоб створювалися однакові умови кожній насінині для контактування з необхідною дозою препарату. Належної якості досягають шляхом перемішування попередньо обробленого насіння під час транспортування матеріалу гвинтовими робочими органами протруювачів (рис. 2). Однак зазначений прийом підвищує ступінь пошкодження насіннєвого матеріалу [3, 4].

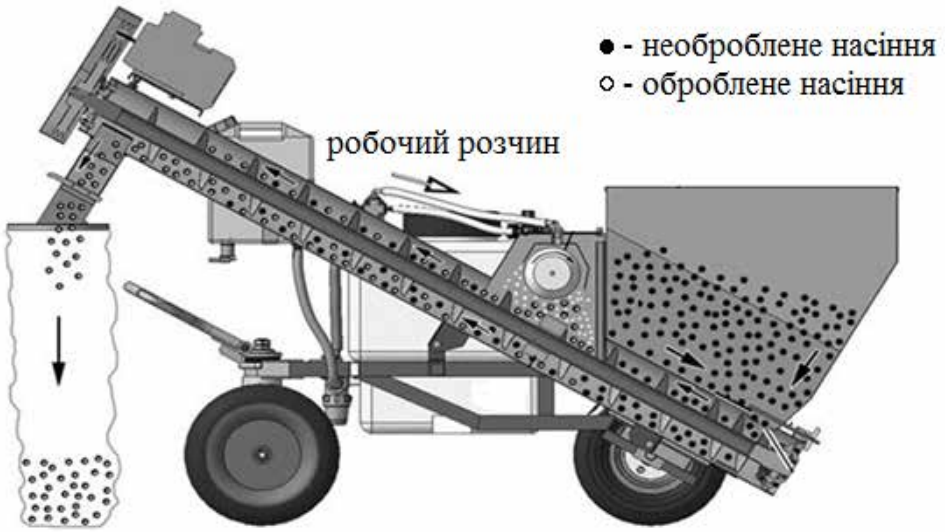


Рис. 2. Технологічна схема протруювача насіння (ПН-5)

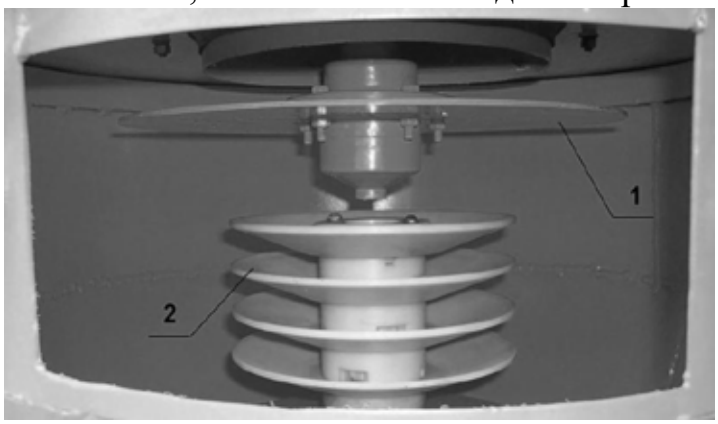
Однією з найбільш перспективних технологій передпосівної обробки насіння, що оберігає його від шкідників, хвороб і одночасно запобігає забрудненню навколишнього середовища, є створення штучних захисно-стимулюючих оболонок, які забезпечують збереження потенціалу посівного матеріалу. Крім цього оболонка може містити необхідну кількість органічних та мінеральних добрив, необхідних насінню та паросткам на ранніх стадіях розвитку.

Проведеними дослідженнями встановлено, що для обробки посівного матеріалу захисно-стимулюючими речовинами широко використовують вологий (дрібнодисперсний) метод, який поступово витісняє сухий і напівсухий способи нанесення засобів захисту на насіння. Для кращого закріплення препарату на насінині в суспензію додають водорозчинні полімери. Такий спосіб обробки отримав назву інкрустування. Плівкоутворювальні препарати, що наносяться на посівний матеріал при інкрустуванні, закривають мікротравми на насінні, захищають його від шкідливого впливу патогенної мікрофлори ґрунту, мінімізують втрати біологічно активних речовин з поверхні зерна. Інкрустують сформоване насіння, що має округлу форму або великі фракції. Насіння дрібної фракції, некруглої форми та з шорсткою поверхнею доцільно дражувати.

Дражування має свої особливості, які полягають у тому, що після обробки значно змінюються форма, розміри та збільшується маса насіння. До суміші драже входить інертний порошкоподібний наповнювач, а у складі інкрустатора знаходиться гелеподібний (плівкоутворювальний) полімер. Технологія дражування відрізняється тим, що насіння сушать після нанесення покриття, а при інкрустуванні посівний матеріал обробляють одночасно з висушуванням. У деяких особливих випадках поєднують процеси інкрустування та дражування. Наприклад, інкрустатор у вигляді плівкоутворювального полімеру з барвником наносять на поверхню драже, для виключення налипання пилу на насіння. Дражування дозволяє збільшити врожайність зернових культур на 4…5 ц/га. Основний недолік дражування полягає у більшій, порівняно з інкрустацією, вартості технологічної операції.

Дослідження технологій та технічних засобів дозволили встановити, що найбільш рівномірний розподіл захисно-стимулюючих компонентів відбувається у камерних та роторно-статорних протруювачах.

Машини для обробки насіння перед сівбою камерного типу (рис. 3) перевершують за продуктивністю шнекові протруювачі (рис. 2). Перевагою камерних протруювальних машин є забезпечення розпилення речовин при контрольованих (керованих) витратах суміші, що дозволяє скоротити норму споживання робочого розчину на 35…45 %. Основними недоліками даних пристроїв є травмування насіння об стінки камери протруювання через високі швидкості обертання відцентрового диска дозатора, можливість витоку препарату за межі робочої зони, обмеженість за видами оброблюваного матеріалу.



1 – диск розподілу насіння;
2 – багатодискова форсунка

а)

б)

Рис. 3. Конструктивні особливості робочих камер протруювачів насіння: а) ПК-20; б) ПНК-15

Протруювачі порційної дії працюють здебільшого за роторно-статорним принципом. Перевага порційних протруювачів полягає в тому, що у чашу змішувача оброблювальної камери подається

насамперед визначена кількість насіннєвого матеріалу, а далі додається встановлений об'єм робочого розчину, який обумовлений вагою порції зерна. Конструктивні особливості камери дозволяють виконувати точне дозування, а висока рівномірність покриття насіння визначається тривалістю перебування матеріалу в чаші змішувача.

Висновки. Незважаючи на всі переваги розглянутих пристроїв, їх основним недоліком є дискретність робочого процесу, що суттєво знижує продуктивність і ускладнює монтаж обладнання у лінії потокової дії. Потоковий принцип роботи значно підвищує продуктивність технологічного процесу, але знижується якість протруювання. Детальне вивчення та розкриття особливостей технологічних процесів протруювання насіння з використанням різних типів машин дозволяє синтезувати нові конструктивні рішення, що забезпечать високу продуктивність, мінімальне травмування з дотриманням необхідних критеріїв якості обробки.

Список використаних джерел

1. Вечера О. М., Куянов В. В. Підвищення якості протруювання насіння сільськогосподарських культур за допомогою комбінованої обробки. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. 2021. Vol. 12. № 4. P. 75–81.

2. Маренич М. М. Передпосівна обробка насіння як елемент управління продуктивним потенціалом пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 4. С. 42–46.

3. Куликівський В. Л., Палійчук В. К., Боровський В. М. Травмування зернового матеріалу гвинтовими робочими органами шнекових живильників. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2017. Вип. 47 (1). С. 124–131.

4. Куликівський В. Л. Вплив шнекових транспортувальних пристроїв на показники якості насіння зернових культур. *Інженерія природокористування*. 2018. №2 (10). С. 108–114.

УДК 631.356

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ЛОПАТІ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Beloev Hristo[1], д.т.н.,
Ігнатьєв Євген[2], к.т.н.,
Іванов С.В.[2]
[1]*"Angel Kanchev" University of Ruse*
[2]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Постановка проблеми. У цій роботі розглянуто теоретичні аспекти взаємодії очисної лопаті з голівкою коренеплоду моркви. Лопата встановлена на приводному валу з горизонтальною віссю обертання. Оскільки очисник має два вали, очищення голівки коренеплоду здійснюється з двох сторін завдяки зустрічному обертанню лопатей, які шарнірно закріплені на цих валах.

На еквівалентній схемі зображено швидкості точки контакту лопаті з голівкою коренеплоду до та після удару. Оскільки взаємодія лопатей з обох боків коренеплоду є однаковою, для спрощення на схемі показано лише одну лопату.

Взаємодія гнучкої лопаті з голівкою коренеплоду складається з двох фаз:

1. Фаза удару лопаті по голівці коренеплоду.
2. Фаза післяударного переміщення лопаті.

Ці дві фази забезпечують умови, за яких спочатку відбувається збивання залишків гички, а потім їх зчісування. Лопати шарнірно закріплені на приводних валах з осями обертання O_1 та O_2, причому площини їх обертання перпендикулярні до осей валів. Вали обертаються назустріч один одному з кутовою швидкістю ω, як показано на еквівалентній схемі (рис. 1).

Під час руху очисника вали розташовані вздовж рядків моркви, а площини обертання лопатей – перпендикулярні до рядків, тобто до напряму руху очисника. Для аналізу взаємодії розглянемо лише одну лопату, припускаючи, що всі інші взаємодіють аналогічно. Нехай шарнір підвісу лопаті знаходиться на відстані r від осі обертання, а точка контакту лопаті з голівкою коренеплоду – на відстані l від осі підвісу.

Спочатку розглянемо першу фазу взаємодії – удар лопаті по голівці коренеплоду. Через те, що колова швидкість точки контакту $\overline{V}_M$ є досить великою, до неї додається поступальна швидкість $\overline{V}_n$ агрегата. У результаті удар лопаті по голівці коренеплоду неминучий. На еквівалентній схемі показано швидкості точки контакту M під час удару. Це необхідно для подальшого аналізу післяударного

переміщення лопаті в процесі зчісування гички з голівки коренеплоду.

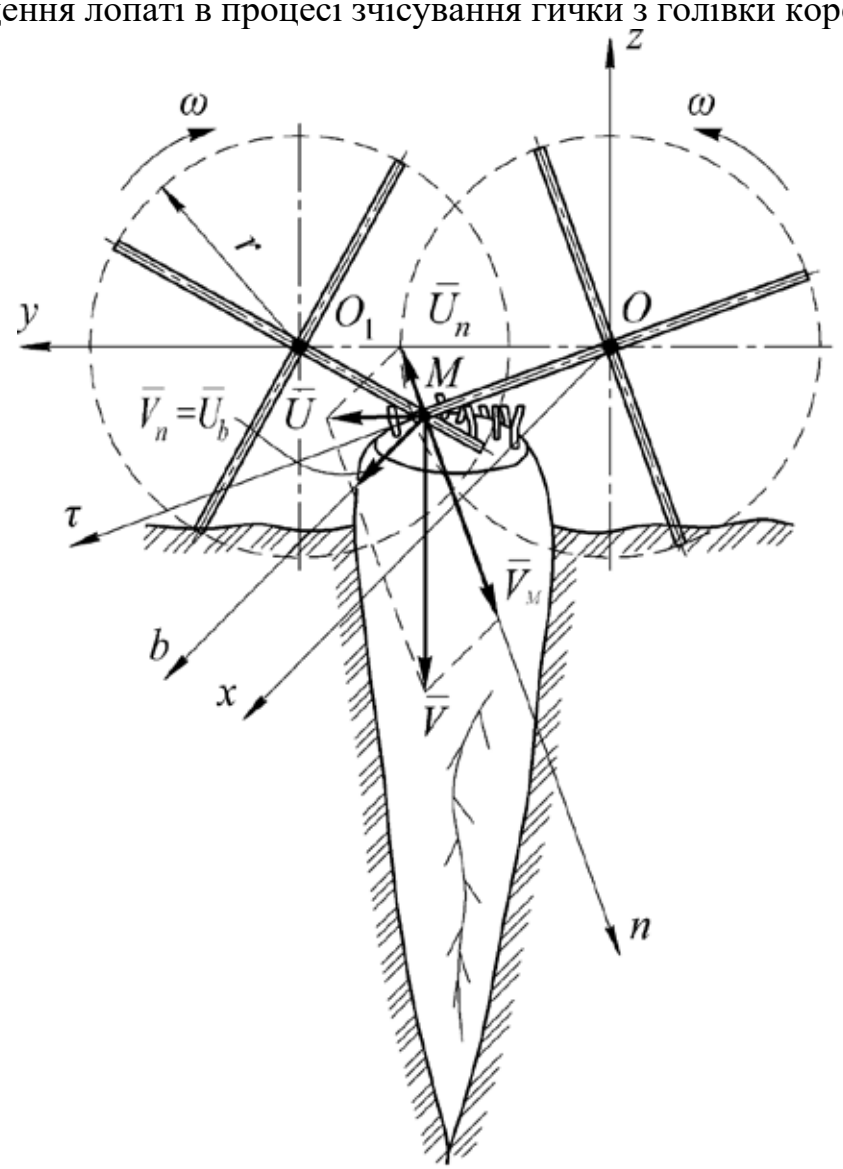


Рис. 1. Еквівалентна схема взаємодії гнучкої очисної лопаті з голівкою коренеплоду моркви

Виберемо і покажемо на еквівалентній схемі нерухому декартову систему координат *xOyz*, центр якої знаходиться на осі обертання лопаті (точка О), вісь Ох напрямлена вздовж рядка моркви в напрямку поступального руху очисника, вісь Оу напрямлена праворуч по ходу очисника, вісь Oz – вертикально вгору.

Очевидно, що при зустрічі лопаті з голівкою коренеплоду моркви відбувається удар лопаті по деякій частині голівки але для спрощення будемо вважати, що удар відбувається в точці K, що належить голівці і в точці M, що належить лопаті. В момент удару ці точки співпадають. При цьому ударний імпульс $\overline{S}$ буде напрямлений по нормалі n до ударної поверхні лопаті у точці M.

Основні матеріали досліджень. Абсолютна швидкість $\overline{V}$ точки M лопаті до удару буде дорівнювати:

$$\overline{V} = \overline{V}_n + \overline{V}_M, \qquad (1)$$

де $\overline{V}_n$ – швидкість поступального руху очисника вздовж рядка моркви (по осі Ox) – переносна швидкість лопаті;

$\overline{V}_M$ – колова швидкість точки M лопаті при обертанні навколо осі Ox – відносна швидкість точки M.

Слід зазначити, що ударний процес істотно залежить від коефіцієнта відновлення ε при ударі. Оскільки при дії ударного імпульсу залишки гички на голівці коренеплоду моркви будуть плющитись, то удар буде ближчим швидше до пластичного, ніж до пружного. Тому коефіцієнт ε буде досить невисоким (приблизно в межах 0.1…0.3). А тому швидкість $\overline{U}$ точки M лопаті після удару також буде досить невеликою, оскільки:

$$U_n = \varepsilon \times V_n = (0.1..0.3)\omega \times \rho, \qquad (2)$$

а отже згідно виразу (2):

$$U = \sqrt{V_n^2 + (0.01..0.09) \times \omega^2 \times \rho^2} \approx V_n. \qquad (3)$$

В той же час швидкість U_n буде досить малою, тому лопать після удару практично не буде відстрибувати від голівки коренеплоду моркви, а тому початкові умови стану процесу подальшого зчісування гички будуть досить сприятливими, оскільки початкова швидкість точки M контакту лопаті після удару буде приблизно дорівнювати $\overline{V}_n$, тобто швидкості поступального руху очисника.

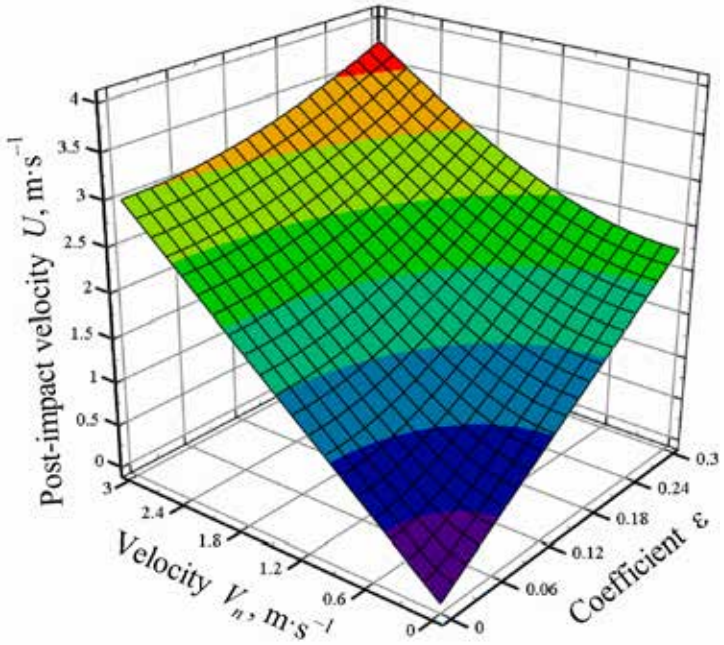


Рис.2. Поверхня відгуку швидкості U лопаті після удару в залежності від поступальної швидкості очисника V_n та коефіцієнта відновлення e

Аналіз отриманої залежності показує, що при низькій швидкості руху агрегата V_n плив коефіцієнта відновлення e здійснює більш істотний вплив на значення після ударної швидкості U лопаті. Так при

швидкості V_n=0.5 m·s^{-1} після ударна швидкість U зростає на 60…360% в діапазоні зміни коефіцієнта відновлення e=0.1…0.3. А при швидкості руху очисника V_n=3.0 m·s^{-1} після ударна швидкість U зростає всього на 5…25% при зміні коефіцієнта відновлення e.

Висновки. В роботі розроблено теорію взаємодії очисної лопаті, яка встановлена на приводному валу з горизонтальною віссю обертання, з голівкою коренеплоду моркви на корені.

В результаті розрахунків встановлено, що при низькій швидкості руху агрегата V_n вплив кутової швидкості лопаті w здійснює значний вплив на значення після ударної швидкості U лопаті. Так при швидкості V_n=0.5 m·s^{-1} після ударна швидкість U дорівнює 0.71 m·s^{-1} при w=10 rad·s^{-1} та 2.55 m·s^{-1} при w=50 rad·s^{-1}. А при швидкості руху очисника V_n=3.0 m·s^{-1} після ударна швидкість U зростає всього на 1.3…30.2% при зміні кутової швидкості лопаті w в діапазоні від 10 до 50 rad·s^{-1}.

Проведені дослідження в подальшому можуть бути використані для розробки теоретичного апарату, що описує післяударне переміщення лопаті по голівці коренеплоду моркви процес та зчісування гички.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Ігнатьєв Є.І. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату. *Вісник аграрної науки* 95(3), С. 47–53.

2. Bulgakov, V., Pascuzzi, S., Arak, M., Santoro, F., Anifantis, A.S., Ihnatiev, Y., Olt, J. (2019). An experimental investigation of performance levels in a new root crown cleaner. *Agronomy Research* 17 (2), Pp. 358–370. DOI: 10.15159/AR.19.132

3. Olt J., Bulgakov V., Beloev H., Nadykto V., Ihnatiev, Ye., Dubrovina O., Arak M., Bondar M., Kutsenko A. A mathematical model of the rear-trailed top harvester and an evaluation of its motion stability. *Agronomy Research* 20(2), 2022, Pp. 371–388.

4. Ivanovs S., Smolinskyi S., Bulgakov V., Nadykto V., Ihnatiev Y., Kiernicki Z. Experimental study of the movement controllability of a machine-and-tractor aggregate of the modular type. *INMATEH-Agricultural Engineering* 61 (2), 9–16.

УДК 004.896

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ ПРИ ЗАМІНІ БАТАРЕЇ АГРОРОБОТА

Olt Juri[1], проф.,
Ігнатьєв Євген[2], к.т.н.,
Іванов С.В. [2]
[1]*Estonian University of Life Sciences*
[2]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

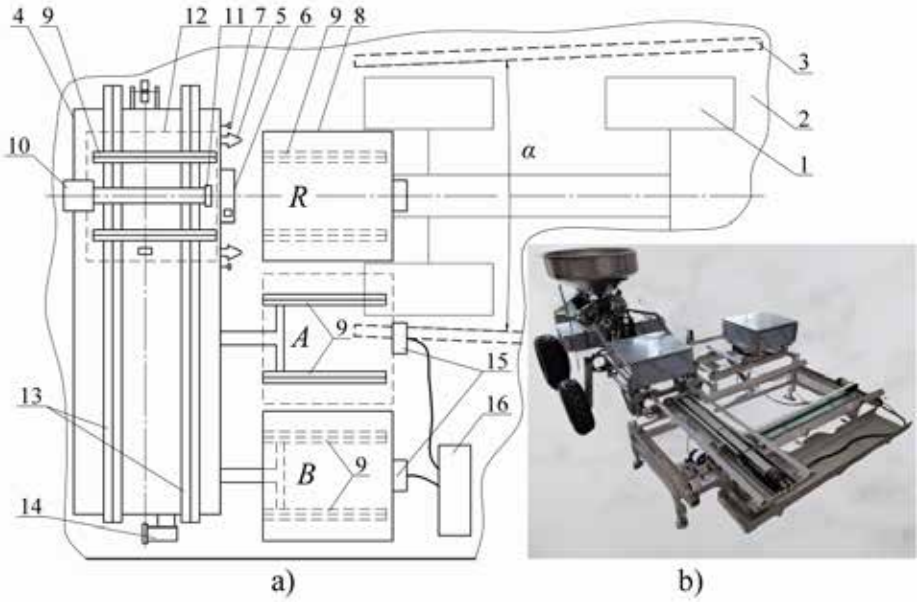
Постановка проблеми: Під час попереднього патентного пошуку та аналізу науково-технічної літератури з'ясувалося, що наразі у світі немає готових технічних рішень для автоматичної заміни батарей у аграрних роботах. Існують переважно варіанти для літальних дронів або електромобілів, які через певні технічні та технологічні особливості не підходять для автономного аграрного робота [1, 2].

Метою цього дослідження було представити прототип пристрою для заміни батарей, розробленого під час виконання науково-дослідних робіт, та провести експериментальне визначення енергетичних витрат.

Основні матеріали досліджень. Розроблена мобільна сервісна станція розташована на колісному причепі, що дозволяє переміщувати її на необхідне поле. Платформа 2, на якій знаходиться пристрій для заміни батарей 4, розміщується на певній висоті над рівнем землі [3]. Аграрний робот 1 з керованими передніми колесами заїжджає на платформу через нахилені пандуси. Для полегшення його позиціонування відносно пристрою для заміни батарей 4 до підлоги платформи 2 прикріплені направляючі 3, які сходяться під кутом. Точніше стикування забезпечують два конічні направляючі 5 на рамі пристрою для заміни батарей 4 і відповідні частини на передній частині аграрного робота 1. Фіксація здійснюється електромагнітним захватом 6 зі сторони пристрою та електрично керованими замками зі сторони робота 3.

Після успішного паркування, підтвердженого сигналом від двох механічних датчиків 7 і датчика наявності закритого магнітного поля, суміщеного з електромагнітним захватом 6, починається цикл заміни розрядженої батареї. Вона знаходиться в захищеному контейнері 8, оснащеному спеціальними роликами для переміщення по направляючих 9 ромбоподібного перерізу. Спочатку лінійний привід 10 висувається та приєднується до корпусу батареї 8 за допомогою спеціального захвату 11. Цей захват має замок батареї, датчик положення відносно рами робота 1 і датчик наявності батареї у захваті. Потім привід 10 тягне батарею 8 на візок 12, який має аналогічні направляючі 9. Візок 12, оснащений роликами, може переміщатися у

поперечному напрямку завдяки направляючим 13, закріпленим на рамі пристрою. Переміщення в порожню зарядну комірку А здійснюється за допомогою крокового двигуна з редуктором 14, а зупинка у правильному положенні забезпечується оптичними датчиками.



1 – аграрний робот; 2 – мобільна сервісна станція; 3 – направляючі для коліс робота; 4 – пристрій заміни батарей (ПЗБ); 5 – конічні направляючі; 6 – електромагнітний захват; 7 – механічні датчики; 8 – контейнер для батареї; 9 – направляючі; 10 – лінійний привід; 11 – захват; 12 – візок; 13 – направляючі візка; 14 – кроковий двигун з редуктором; 15 – роз'єми; 16 – автоматичний зарядний пристрій (АЗП).

Рис. 1. Конструктивна схема (a) та розроблений прототип (b) пристрою заміни батарей (ПЗБ) з приєднаним до нього аграрним роботом

Далі привід 10 встановлює батарею 8 у зарядну комірку, де її фіксують електрично керованим замком. Після цього батарея підключається до автоматичного зарядного пристрою 16 через роз'єм 15, де починається її діагностика та відновлення заряду. Візок 12 переміщується до зарядної комірки В, де знаходиться повністю заряджена батарея, і за тим самим алгоритмом встановлює її в робот. Після цього робот залишає платформу сервісної станції і продовжує свою роботу.

Таким чином, був розроблений пристрій, інтегрований у сервісну станцію для обслуговування безпілотної аграрної техніки, який виконує свою основну функцію — заміну батарей. Для оцінки енергетичних витрат було виготовлено прототип пристрою та проведено експериментальні дослідження.

Результати: На лініях живлення основних споживачів енергії встановлено датчики струму і напруги, які реєстрували споживану потужність кожного елемента під час роботи. Встановлено, що блок

управління споживає 0,48 ± 0,06 Вт, а пристрій поздовжнього переміщення — 9,28 ± 0,16 Вт. Їх значення є стабільними незалежно від режиму роботи. Для пристрою поперечного переміщення отримано залежність енергетичних витрат (рис. 2).

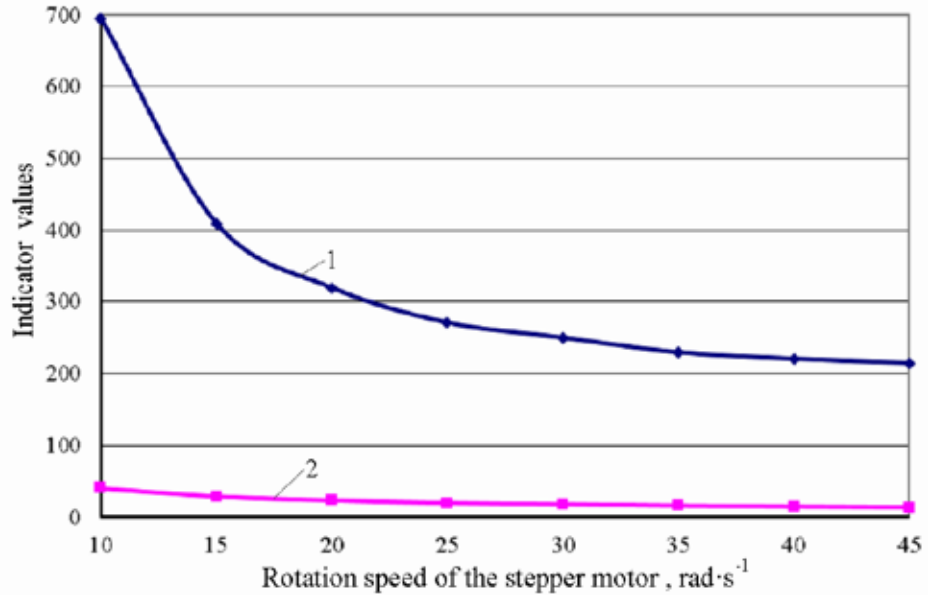


Рис. 2. Енергетичні та часові витрати на поперечні переміщення батареї залежно від частоти обертання привода: 1 – споживана потужність, Вт; 2 – час роботи, с.

Висновки: Пристрій для заміни батарей споживає від 9,8 до 10,4 Вт енергії за цикл заміни, залежно від режиму роботи візка поперечного переміщення. Найбільш енерговитратним є поздовжнє переміщення батареї, яке потребує 9,28 ± 0,16 Вт. Енергоспоживання є незначним, що важливо для автономних пристроїв з живленням від внутрішніх джерел та сонячних батарей.

Список використаних джерел

1. Ivanovs, S., Bulgakov, V., Nadykto, V., Ihnatiev, Ye., Smolinskyi, S., Kiernicki, Z. Experimental study of the movement controllability of a machine-and-tractor aggregate of the modular type. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 2020, 61(2), pp. 9–16.

2. Bulgakov, V., Kuvachov, V., Nozdrovický, L., Findura, P., Smolinskyi, S., Ihnatiev, Y.The study of movement of the wide span tractor-based field machine unit with power method of its control. *Acta Technologica Agriculturae*, 2018, 21(4), pp. 160–165.

3. Olt, J., Ihnatiev, Y., Lillerand, T., Virro, I. Development of a Battery Swapping and Charging Unit in Servicing Station for Farming Robot: A Review. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 2024, 609 LNCE, pp. 333–345.

СЕКЦІЯ 2. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ТА ТВАРИННИЦТВА

УДК 637.115:621.647.7

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

Бабин І. А., к.т.н.
Вінницький національний аграрний університет, Вінниця.

Аналіз чинників зниження ґатунку молока в наслідок бактеріального забруднення показав, що це є результатом неякісного виконання технологічної операції промивання доїльних установок та утворення молочних відкладень на внутрішніх поверхнях молокопровідної системи. В результаті аналізу існуючих конструкцій техніко-технологічного забезпечення промивання встановлено, що найбільш ефективними є циркуляційні системи промивання із регульованим утворенням пробкового режиму. Для підвищення ефективності і ресурсозбереження (зменшення споживання витрат повітря, гарячої води, енергії і експлуатаційних витрат) процес промивання доїльних установок повинен бути адаптивним на основі даних, отриманих із засобів контролю оцінки стану поверхонь молокопровідної системи і гідродинамічних параметрів руху двофазного мийного розчину [1].

Система очищення повинна бути розроблена і виготовлена так, щоб уникнути контакту миючих та дезінфікуючих розчинів із молоком, як це передбачено стандартами ISO 5707:2007 і ISO 6690:2007 [2].

Ефективність роботи циркуляційної системи промивання залежить від швидкості переміщення та тривалості дії миючих засобів, а також відповідної температури і концентрації, що відповідають типам використовуваних розчинів.

Бактеріальне забруднення молока є одним з основних чинників, що впливають на його якість як сировини для подальшої переробки. Цей показник визначається рівнем гігієни доїльного обладнання, своєчасністю охолодження молока та зовнішніми факторами. Під час доїння молоко контактує з різними компонентами системи, такими як доїльні апарати, молокопроводи, молозбірники та лічильники, які можуть стати джерелами бактеріального забруднення [3].

Для покращення якості молока рекомендується підвищити ефективність промивання доїльних систем шляхом збільшення тривалості процесу. Однак це призводить до підвищення витрат на воду, мийні засоби, електроенергію і, відповідно, зростання собівартості продукції. Тому актуальним завданням є розробка

автоматизованих рішень для промивання доїльних установок, що дозволять оптимізувати процес без додаткових витрат, сприяючи підвищенню якості молока.

Згідно з завданнями досліджень на рисунку 1, представлено конструктивно-технологічну схему системи промивання молокопроводу доїльної установки, де до стандартної системи промивання додано такі компоненти: повітряні та гідроінжектори, а також фотодатчики для визначення рівня забруднення [4].

На основі математичних моделей промивання доїльних установок, що застосовують повітряні та гідроінжектори разом із фотодатчиками для виявлення забруднень у молокопроводах, була створена автоматизована система промивання з можливістю регулювання режимних параметрів. Цей винахід (патент № 140923 [6]) полягає у розробці системи автоматичного промивання молокопроводів доїльних установок. Завдяки додатковим елементам, система забезпечує швидке

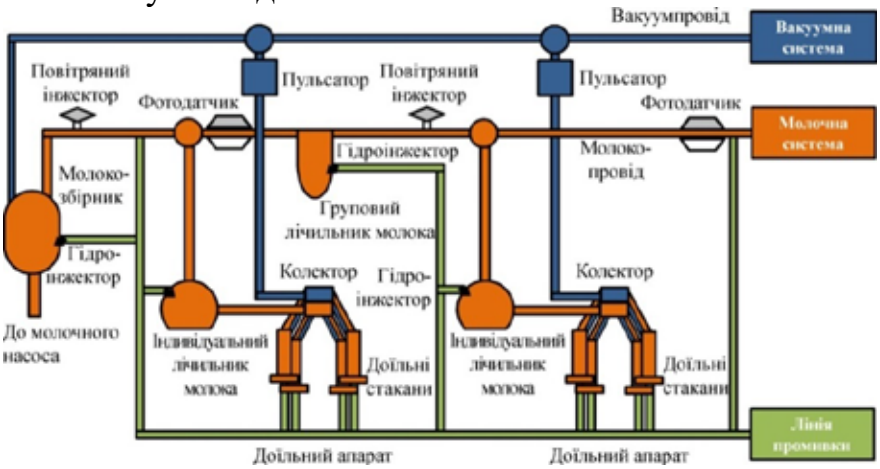


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема системи промивання молокопровідної лінії доїльних установок.

визначення ступеня забруднення та автоматичне коригування робочих режимів, що підвищує ефективність процесу та знижує витрати води та електроенергії. Принцип роботи цієї системи відображений на схемі, зображеній на рисунку 2.

Автоматизована система включає резервуар 1, оснащений поплавковим механізмом 2, датчиком рівня мийного розчину 3, клапанами для циркуляції та зливу 4, а також клапаном подачі рідини в молокопровід 5. Резервуар під’єднаний до трубопроводу 6, який через електромагнітний клапан 7 забезпечується холодною водою. Для подачі гарячої води система містить водонагрівач 9, підключений до трубопроводу через електромагнітний клапан 8.

До нижньої частини клапана 5 під'єднано початок молокопроводу, а до нижньої частини клапана 4 - його закінчення з відведенням у каналізацію. Ємність 11 для мийного розчину підключена до бака 1 через електромагнітний клапан 10. На баку також

розташований температурний датчик 12 для контролю процесу промивання.

Ключові елементи, такі як датчик рівня мийного розчину 3, клапани циркуляції і зливу 4, клапан подачі рідини 5, електромагнітні клапани для холодної води 7 та гарячої води 8, водонагрівач 9, клапан подачі мийного розчину 10 та температурний датчик 12, підключені до блоку керування 13 через електропроводи (позначені пунктиром).

По молокопроводу через кожні 10 метрів розташовані електромагнітні клапани подачі повітря 14, вакуумні датчики 15, датчики температури 16 та фотодатчики 17. Фотодатчики складаються з фотодіодів 18 і фоторезисторів 19, розміщених на прозорих ділянках молокопроводу. Додатково, на молокозбірниках і лічильниках (групових та індивідуальних) встановлено гідроінжектори 20, які з'єднані з баком 1 через клапан подачі мийного розчину 21.

Усі ці елементи, включаючи електромагнітні клапани подачі повітря 14, вакуумні датчики 15, температурні датчики 16, фотодіоди 18, фоторезистори 19, гідроінжектори 20 та клапан 21 для подачі мийного розчину, з'єднані з блоком керування 13 за допомогою електропроводів.

Робота автоматизованої системи починається з того, що оператор задає параметри температури й концентрації мийного розчину через блок керування 13, після чого запускається процес промивання. Блок керування активує водонагрівач 9, отримуючи дані з температурного датчика 12 на баку 1, і регулює клапани 7 і 8 для подачі холодної й гарячої води, щоб досягти необхідної температури. Коли бак 1 наповнюється водою потрібної температури, система визначає рівень рідини за допомогою датчика 3 і відкриває клапан 10 для додавання мийного концентрату. Після досягнення заданого рівня поплавок 2 сигналізує про вимкнення клапанів подачі води 7, 8 і мийного концентрату 10.

Далі блок керування відкриває клапан 5 для всмоктування рідини в молокопровід і переключає клапан 4 у режим циркуляції. Це дозволяє мийному розчину циркулювати по всій системі. Дані з датчиків тиску 15 і температурних датчиків 16 передаються до блоку керування 13, де вони аналізуються. На основі цих даних система автоматично коригує температуру мийного розчину в баку 1 шляхом керування електромагнітними клапанами подачі холодної 7 і гарячої води 8.

Блок керування 13 активує фотодіоди 18 у складі фотодатчиків 17, що спричиняє зміну електричного опору фоторезисторів 19. Ця інформація передається до блоку керування, який оцінює рівень забруднення молокопроводу за величиною опору: чим він вищий, тим більше залишків молока у системі. Якщо опір перевищує допустиму межу, блок керування 13 активує електромагнітні клапани подачі повітря 14, що подають атмосферне повітря в молокопровід, викликаючи гідравлічний удар мийного розчину в трубопроводі. Цей

процес контролюється вакуумними датчиками 15.

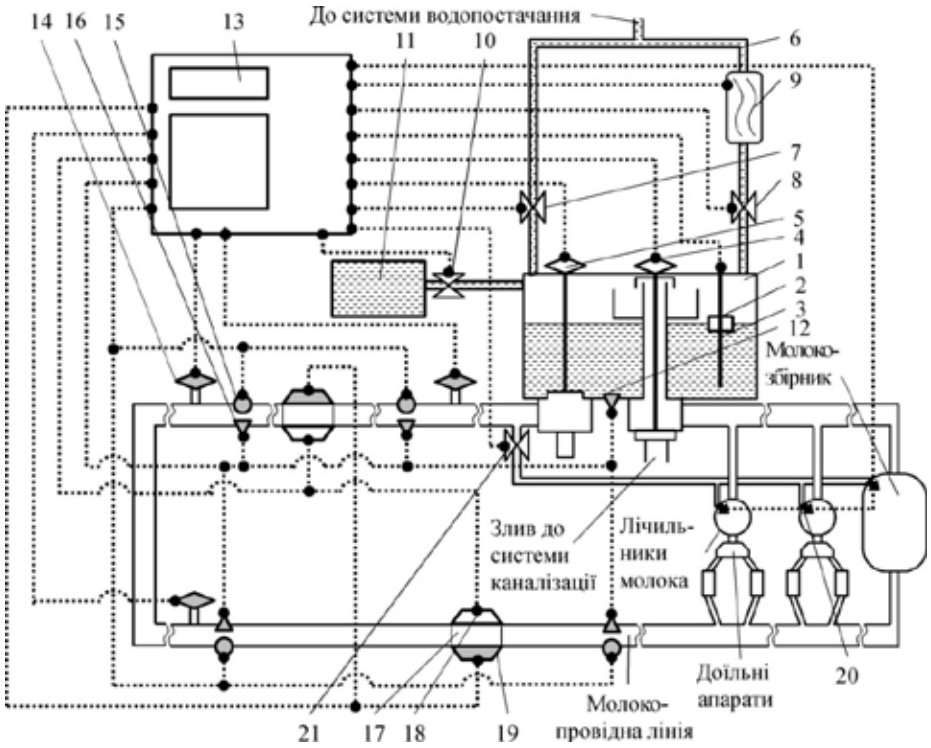


Рис. 2. Конструктивно-технологічна схема автоматизованої системи промивання молокопровідної лінії доїльних установок

Крім того, блок керування запускає клапан подачі мийного розчину 21 і гідроінжектори 20, розміщені на молокозбірниках і лічильниках, які під тиском впорскують мийний розчин, ефективно видаляючи молочний жир і залишки з їх поверхонь.

Після завершення очищення, про що свідчать дані від фоторезисторів 19, блок керування 13 переключає клапан циркуляції-зливу 4 у режим зливу. Це дозволяє відвести мийний розчин у каналізацію, а датчик рівня 3 фіксує повне спорожнення системи, показуючи значення 0. Далі блок керування закриває клапани подачі рідини в молокопровід 5, а також клапани для подачі холодної води 7, гарячої води 8, мийного розчину 10 і клапан циркуляції-зливу 4. За необхідності процес очищення може бути повторений.

Дослідження причин погіршення якості молока через бактеріальне забруднення показало, що основним фактором є недостатня ефективність очищення елементів доїльних установок, зокрема, через накопичення молочних відкладень у трубопроводах.

На основі налізу існуючих методів промивання встановлено, що найефективнішими є циркуляційні системи з налаштованим "пробковим режимом". Для підвищення ефективності та зменшення витрат ресурсів, таких як повітря, гаряча вода й електроенергія, процес очищення повинен бути адаптивним. Це досягається за допомогою датчиків, які контролюють стан поверхонь та гідродинамічні параметри.

Використання автоматизованої системи промивання з датчиками тиску, температури, фотодіодами, фоторезисторами та електромагнітними клапанами для регулювання подачі повітря і мийних розчинів дозволяє значно покращити якість промивання, одночасно зменшуючи витрати на воду та енергію.

Список використаних джерел

1. Фененко А. І. Техніко-технологічні аспекти удосконалення молоковакуумних систем доїльних установок: дис. … д-ра техн. наук: 05.20.01 / Глеваха. ІМЕСГ УААН, 1997. 358 с.

2. ISO 5707: 2007. Milking machine installations – Construction and performance. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization. 52 p.

1. Демчук М., Войтюк Л. Гігієна доїння корів та якість молока. *Ветеринарна медицина України*. 2007. № 4. С. 40–42.

3. Дмитрів В. Т. Механіко-технологічні основи підвищення ефективності доїльних установок : дис. ... д-ра техн. наук : Глеваха. 2016. 467 с.

4. Шевченко, І. А., Алієв Е. Б. Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок. Запоріжжя. Акцент Інвест-трейд. 2013. 156 с.

5. Бабин І. А. Фізико-математичний апарат руху двофазного мийного розчину по молокопровідній лінії. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК».* Вінниця. 2019. Вип. 1 (104). С. 5–12.

6. Автоматична система промивання молокопровідної лінії доїльних установок : пат. 140923 Україна : МПК A01J 7/02. № a 2011 09738; заявл. 16.09.2019. Опубл. 11.03.2013, бюл. № 5.

УДК 631.15:621.694:636.2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ НАГНІТАННЯ ПОВІТРЯ У ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Яропуд В.М., к.т.н., доц.
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця.

Постановка проблеми. Мікроклімат у приміщеннях для утримання свиней є визначальним фактором для їх здоров'я та продуктивності. Зміни складу повітря, температури та вологості можуть суттєво впливати на організм тварин, призводячи до зниження

імунітету, захворювань та зменшення приростів. Тому створення оптимальних умов повітряного середовища є одним з ключових завдань у свинарстві.

Питання вдосконалення автоматизованих енергозберігаючих систем дотримання оптимальних умов мікроклімату в тваринницьких приміщеннях є актуальними і потребують наукового обґрунтування.

Аналіз сучасних систем забезпечення мікроклімату в свинарських приміщеннях [1, 2] дозволив встановити, що найпопулярніша на сьогодні є система вентиляції від'ємного тиску. Це пов'язано з тим, що система вентиляції від'ємного тиску є більш простою при експлуатації, обслуговуванні і споживає менше енергії, ніж системи примусової вентиляції. Однак ці системи мають проблеми, пов'язані з тривимірною вентиляцією та подачею повітря тваринам.

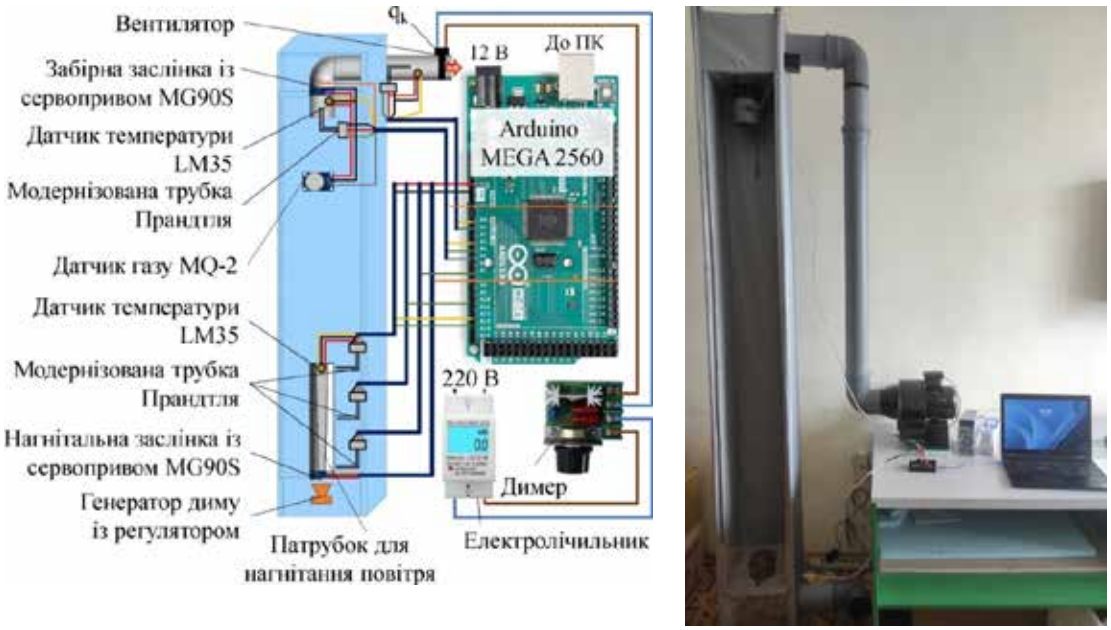
Вентиляційна система нагнітання чистого повітря у кожному станку містить патрубки для нагнітання повітря із встановленими нагнітальними заслінками із сервоприводами [3, 4].

Вентиляційна система нагнітання чистого повітря у кожному станку містить патрубки для нагнітання повітря із встановленими нагнітальними заслінками із сервоприводами. Для забезпечення стабільного атмосферного тиску в області станка необхідно, щоб кількість витяжного повітря дорівнювала кількості припливного повітря за одиницю часу [5].

Метою досліджень є обґрунтування конструктивно-режимних особливостей вентиляційної системи нагнітання чистого повітря у тваринницьких приміщеннях за результатами експериментів.

Основні матеріали дослідження. Вентиляційна система нагнітання чистого повітря складається з двох елементів центрального повітропроводу для нагнітання повітря і окремих патрубків для нагнітання повітря із заслінками з сервоприводами.

Схема і загальний вигляд лабораторного стенду для дослідження патрубків для нагнітання повітря представлені на рис. 1. До одного кінця повітропроводу під'єднано витяжний вентилятор, продуктивність якого регулювалась з використанням димера. Димер підключено до мережі 220 В через електролічильник, функцією якого є визначення споживаної потужності витяжного вентилятора.



а) **б)**

Рис. 1. Схема (а) і загальний вигляд (б) лабораторного стенду для дослідження патрубків для нагнітання повітря у тваринницьких приміщеннях

У нижній частині модуля встановлений патрубок для нагнітання повітря із повздовжньою щілиною. Патрубок довжиною 1000 мм і діаметром 110 мм представлений у двох виконаннях: 1 варіант – щілина із постійною шириною δy` = 9,5 мм, 2 варіант – щілина зі зміною шириною.

Для визначення величини розподілу зниження тиску і швидкості потоку повітря на трьох рівнях навпроти щілини патрубка для нагнітання встановлені три трубки Прандтля на базі датчика тиску MPX5100DP і аналоговий датчик температури LM35. Усі датчики були підключені до Arduino MEGA 2560.

Факторами досліджень обрано:

– варіант виконання патрубка для нагнітання повітря із повздовжньою щілиною;

– швидкість потоку повітря V (або витрати повітря Q_{in} = 100–500 м^3/год), що створює витяжний вентилятор.

За критерії досліджень обрано швидкості потоку повітря V на трьох рівнях повздовжньої щілини і споживана потужність витяжного вентилятора N. Для визначення рівномірності розподілу повітря використовували коефіцієнт варіації χ_V для швидкості потоку повітря за довжиною повздовжньої щілини.

Результати досліджень. За результатами експериментальних досліджень вентиляційної системи нагнітання чистого повітря у лабораторних умовах визначені швидкості потоку повітря V на трьох рівнях повздовжньої щілини патрубка для нагнітання (діаметр – 0,11 м) в динаміці у моменти підвищення частоти обертання двигуна

вентилятора (рис. 2).

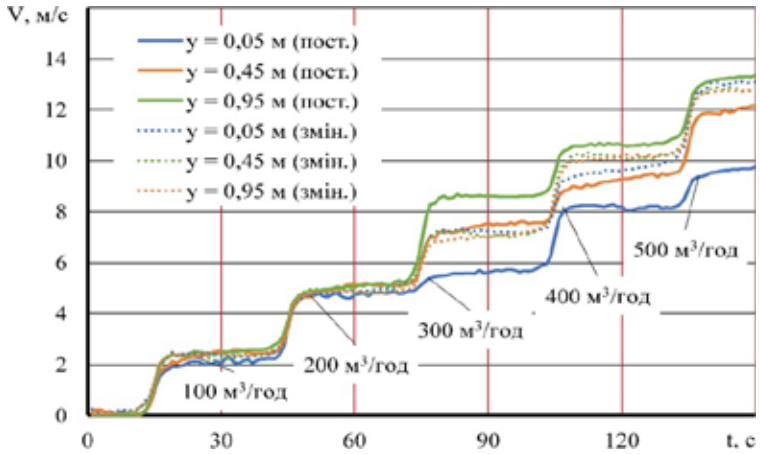


Рис. 2. Динаміка зміни швидкості потоку повітря V на трьох рівнях повздовжньої щілини у двох варіантах виконання

З рис. 2 видно, що зі збільшенням витрат повітря для варіанту нагнітального патрубка із постійною шириною щілини (9,5 мм) різниця швидкості повітря на різних висотах збільшується і може досягати до 3,65±0,05 м/с. Також для варіанту зі змінною шириною щілини (від 4 мм до 15 мм) збільшення витрат повітря майже не призводить до зміни швидкості повітря по висоті нагнітального патрубка (до 0,09±0,02 м/с).

За результатами розрахунку експериментальних даних отримана залежність споживаної потужності системи нагнітання чистого повітря, яка реалізована у виробничих умовах (рис. 3).

Результати дослідження свідчать про те, що розроблена теоретична модель адекватно описує поведінку системи в широкому діапазоні умов. Високий коефіцієнт кореляції (0,94) підтверджує наукову новизну отриманих результатів і розширює наші знання про процеси, що відбуваються в системах вентиляції.

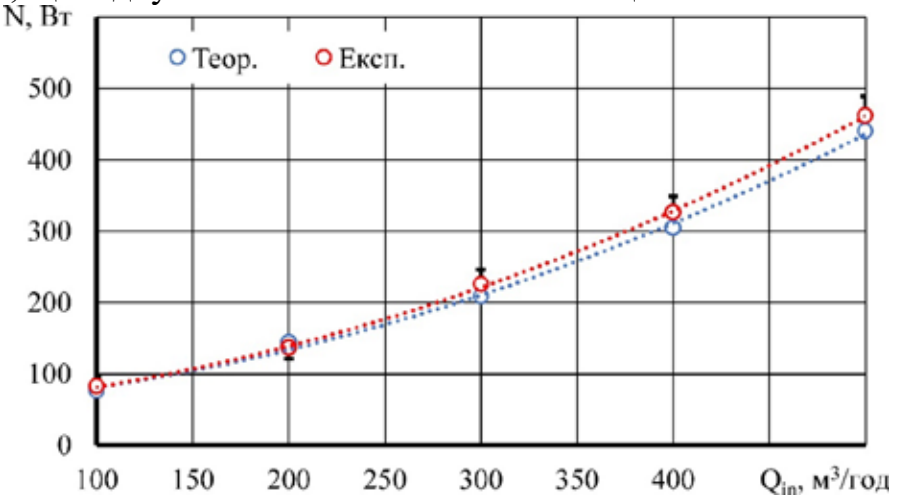


Рис. 3. Залежність споживаної потужності N системи нагнітання чистого повітря від витрат повітря Q_{in}

Висновки. За результатами експериментальних досліджень вентиляційної системи нагнітання чистого повітря встановлено, що коефіцієнт варіації швидкості повітря є нижчим для змінної ширина щілини нагнітального патрубка (0,01–0,02), що підтверджує вірність теоретичних досліджень.

Отримана залежність між споживаною потужністю та витратами повітря доповнює існуючі теоретичні моделі. Високий коефіцієнт кореляції між експериментальними та теоретичними даними свідчить про адекватність прийнятих припущень і може бути використаний для подальшого розвитку теоретичних основ вентиляції у тваринницьких приміщеннях.

Список використаних джерел

1. Шульга М.О., Алексахін О.О., Шушляков Д.О. Теплогазопостачання та вентиляція: навч. посібник. Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. ХНУМГ, 2014. 191 с.

2. Duan Z., Changhong Z., Zhang X., Mustafa M., Alimohammadisagvand B., Hasan A., Zhao X. Indirect evaporative cooling: Past, present and future potentials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2012. Vol. 16. P. 6823–6850. DOI: 10.1016/j.rser.2012.07.007

3. Яропуд В.М. Експериментальні дослідження вентиляційної системи нагнітання чистого повітря *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки*. 2024. № 4 (333). С. 251-258. DOI 10.31891/2307-5732-2024-339-4- 40

4. Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Мехатронна система забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень. Пат. № 127795 UA, МПК (2023.01) A01K 1/00,F24F 3/00, F24F 3/044 (2006.01), F24F 3/14 (2006.01), F24F 6/12 (2006.01), F24F 7/007 (2006.01), F24F 11/00; № а 2021 02134; заяв. 22.04.2021; опубл. 03.01.2024, Бюл. № 1.

5. Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Фізико-математична модель вентиляційної системи нагнітання чистого повітря у тваринницьких приміщеннях. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021. № 3 (114). С. 4–15.

УДК 636.352/353; 631.362

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОМПЛЕКСУ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСООЩАДНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Полєвода Ю.А., к.т.н.,
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця.

Постановка проблеми. Світовий досвід раціонального використання ресурсів у тваринництві вказує на те, що велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності окремих аспектів цієї галузі (виробництво кормів, утримання тварин, обробка продукції тощо). Для ефективного вирішення проблеми ресурсозбереження у тваринництві використовується комплексний підхід, що дозволяє досягти синергетичного ефекту та підвищення конкурентоспроможності всієї галузі. Тому дослідження комплексу техніко-технологічного забезпечення енерго- та ресурсоощадного виробництва продукції тваринництва на підприємствах агропромислового комплексу є актуальним.

Для збереження відповідної якості та енергетичної цінності корму отриманого способом фракційної переробки, що забезпечується шляхом його сушіння активним вентилюванням та інтенсифікації процесу приготування високобілкових концентрованих кормів, що проходить за рахунок подрібнення компонентів вібраційним млином із просторово-циркуляційним рухом робочого середовища при застосуванні адаптивної системи керування першочерговим завданням є розробити та запропонувати практичні рекомендації щодо експлуатації даного обладнання [1, 2].

Основні матеріали дослідження. З урахуванням того, що сучасне технологічне обладнання випускається з застосуванням останніх досягнень техніки, необхідно організувати спільну роботу інженерів і механіків, наприклад, з представниками компанії постачальника або фірми виробника вже на стадії монтажу обладнання, адже після закінчення пусконалагоджувальних робіт заводські служби залишаться один на один з новим обладнанням і повинні вміти правильно його експлуатувати в умовах серійного (і, як правило, безперервного) виробництва. Можна звичайно заперечити, що є гарантійні зобов'язання постачальника, але не треба порівнювати поняття ремонтних робіт і вміння експлуатувати обладнання. Крім цього, повинна бути вивчена експлуатаційна документація на обладнання, що поставляється, не тільки представниками інженерних служб, але й персоналом, що безпосередньо експлуатує це обладнання.

Ця необхідність зв'язана ще з тим, що будь-яка одиниця обладнання в своєму технічному описі містить інформацію про регламентні роботи (практичні рекомендації), які необхідно проводити наприкінці кожної зміни (робочого дня, місяця і т. д.) є і ці роботи обов'язковими до виконання. Особливо актуальне проведення регламентних робіт і дотримання правил експлуатації (практичних рекомендацій) обладнання для технології фракційної переробки багаторічних бобових трав (тепломасообмінне обладнання, адаптивний вібраційний млин для подрібнення концентрованих кормів).

Для правильної експлуатації технологічного обладнання обслуговуючий персонал повинен глибоко і докладно вивчити конструкцію та правила (рекомендації) експлуатації обладнання і суворо їх дотримуватись, регулярно та правильно виконувати технічне обслуговування і ремонт машин, не допускати перевантаження обладнання.

Основні рекомендації для підвищення експлуатаційних показників технологічного обладнання.

Для підвищення експлуатаційних показників машин та обладнання можна назвати:

- механізація і автоматизація основних виробничих процесів, а також транспортних, складських і вантажно-розвантажувальних робіт;
- термінове введення в експлуатацію невстановленого і бездіяльного обладнання;
- ліквідація простоїв машин протягом змін і навіть протягом доби, збільшення змінності роботи діючого обладнання;
- щоб уникнути зупинки виробництва створення (у межах норм) запасу резервного обладнання;
- модернізація (вдосконалення) і заміна морально застарілого обладнання;
- вдосконалення організації виробництва і праці;
- своєчасне і повне забезпечення підприємства сировиною, матеріалами, запасними частинами;
- централізація ремонту обладнання.

Рекомендації, щодо експлуатації тепломасообмінного обладнання в процесах фракційної переробки багаторічних бобових трав.

Сушіння бобових трав є важливим етапом в їхній переробці з метою збереження та підвищення строку зберігання. Однак цей процес може супроводжуватися певними проблемами, такими як втрати корисних речовин, низька ефективність сушіння, невідповідність стандартам якості, і незадовільний рівень енергоефективності. З урахуванням зростаючої важливості бобових культур у глобальному харчовому виробництві, виробники та науковці стикаються з завданням оптимізації технологічних процесів сушіння та використання тепломасообмінного обладнання для досягнення високої

якості та ефективності сушених бобових трав.

Рекомендовано постійно моніторити вологість повітря та регулювати її на основі потреб процесу сушіння та властивостей сировини. Використання датчиків вологості та систем автоматичного контролю може сприяти підтриманню оптимальних умов.

Впровадження систем моніторингу та контролю якості є критичним аспектом оптимізації технологічних процесів переробки та використання тепломасообмінного обладнання для сушіння бобових трав. Це дозволяє забезпечити сталість якості продукції, вчасно виявляти негативні тенденції та втрати, а також покращувати виробничі процеси [3, 4, 7, 9].

Рекомендації щодо експлуатації адаптивного вібраційного млина т обладнання для пресування у технології приготування концентрованих кормів.

На основі розробленої нами «Методики розрахунку продуктивності вібраційного млина для помелу зернової маси» та «Рекомендації експлуатації обладнання для пресування» був створений дослідний зразок вібраційного млина з просторово-циркуляційним рухом завантаження та промисловий зразок преса для приготування концентрованих кормів. Отримані чисельні рекомендації для їх експлуатації [5, 6, 8, 10].

Висновки. Проаналізувавши роботу тепломасообмінного обладнання в процесах фракційної переробки багаторічних бобових трав, обладнання для пресування у технології приготування концентрованих кормів та адаптивного вібраційного млина у технології приготування концентрованих кормів було встановлено конкретні практичні рекомендації щодо його експлуатації. Дотримання даних практичних рекомендацій при роботі досліджуваного комплексу обладнання забезпечить енерго- та ресурсоощадність виробництва продукції тваринництва на підприємствах агропромислового комплексу.

Список використаних джерел

1. Скляр Р. В., Скляр О. Г., Болтянська Н. І., Мілько Д. О., Болтянський Б. В. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві. Підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.

2. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ревенко В. І. Машини та обладнання для тваринництва: Підручник. К.: Кондор, 2009. 731 с.

3. Калетнік Г. М., Яропуд В. М. Полєвода Ю. А. Чисельне моделювання процесу сушіння активним вентилюванням продуктів фракційної переробки бобових трав в конвективній стрічковій сушарці. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2023. № 2 (121). С. 5–15.

4. Kaletnik H., Yaropud V., Polievoda Y., Solona O., Babyn I., Tverdokhlib I. Study of the process of active-ventilation drying of legume grasses' fractional processing products. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2024. Vol. 100. (2). P. 156–163.

5. Твердохліб І. В., Солона О. В., Полєвода Ю. А., Холодюк О. В. Технологія виробництва рослинної білково-вітамінної пасти. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2023. № 3 (110). С. 85–92.

6. Калетнік Г. М., Яропуд В. М., Полєвода Ю. А., Солона О. В., Твердохліб І. В., Бабин І. А. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Літературний письмовий твір наукового характеру «Технологічна блок-схема енергоефективного та ресурсоощадного процесу виробництва високопоживної білково-вітамінної пасти та жому». Свідоцтво № 122515. Публікація відомостей 29.12.2023. 2 с.

7. Калетнік Г. М., Яропуд В. М., Полєвода Ю. А., Солона О. В., Твердохліб І. В., Бабин І. А. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Літературний письмовий твір наукового характеру з ескізом «Технологічна схема конвеєрного тепломасообмінного обладнання (сушарка)». Свідоцтво № 121462. Публікація відомостей 01.12.2023. 2 с.

8. Калетнік Г. М., Яропуд В. М., Полєвода Ю. А., Солона О. В., Твердохліб І. В., Бабин І. А. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Креслення з описом «Схема моделі адаптивного вібромлина із просторово-циркуляційним рухом завантаження». Свідоцтво № 121572. Публікація відомостей 05.12.2023. 2 с.

9. Калетнік Г. М., Яропуд В. М., Полєвода Ю. А., Солона О.В., Твердохліб І. В., Бабин І. А. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Креслення з описом «Конструктивна схема конвеєрного тепломасообмінного обладнання». Свідоцтво № 121571. Публікація відомостей 05.12.2023. 2 с.

10. Kaletnik H., Solona O., Kotov B., Stepanenko S., Shvydia V., Kalinichenko R., Tverdokhlib I., Polievoda Y. The usage of the elemental base of the vibratory mill with the spatial circulation movement of material to create drying rig. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2024. Vol. 100. (3). P. 232–237. DOI: 10.15199/48.2024.03.41

УДК 631.362:665.335.5

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ РИЦИНОВОЇ ОЛІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ

Журавель Д. П.[1], д.т.н.,
Дідур В. В.[2], д.т.н.
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.*
[2]*Уманський національний аграрний університет, м. Умань.*

Постановка проблеми. Для очищення рицинової олії від фосфатидів попередньо здійснюють їх гідратацію при концентрації води 1,5 … 2 %. Видалення гідратованих фосфатидів пов'язане з певними особливостями: велика в'язкість рицинової олії та її спроможність утримувати гідратовані фосфатиди в майже колоїдному стані. Крім того після очищення олія потребує видалення остатків води [1-3].

Технологія електричного очищення олії полягає в наступному. Після проведення гідратації емульсія підігрівається до температури близько 100 °С. і надходить в ємність, в якій встановлено систему електродів у вигляді паралельних циліндрів. На електроди подається змінна висока напруга, що створює в міжелектродному просторі електричне поле. Величина напруги повинна бути якомога високою, але такою, щоб не виник електричний пробій рідини.

Основні матеріали дослідження. Для створення математичної моделі розглянемо в'язку рідину, яка вміщує зважені частинки. Відповідно до другого закону Ньютона рівняння руху частинки в рідині має вигляд:

$$m\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}_e + \vec{F}_c + \vec{F}_g, \quad (1)$$

де m – маса частинки; кг;

ν – швидкість руху частинки, м/с;

$\vec{F}_e$ – сила, що діє на поляризовану незаряджену частинку в електричному полі, Н;

$\vec{F}_c$ – сила опору в'язкої рідини руху частинки, Н;

$\vec{F}_g$ – гравітаційна сила, Н.

Будемо вважати, що частинки мають форму кулі. Гравітаційною силою нехтуємо у зв'язку з її малою величиною у порівнянні з електричною силою.

Для визначення розрахункової формули сили опору рідини руху частинки зробимо оцінку числа Рейнольдса за формулою:

$$R = \frac{va\rho}{\eta}, \tag{2}$$

де R – число Рейнольдса;

a – радіус кулі, м;

ρ – щільність рідини, кг/м3;

η – динамічна в'язкість, Па·с.

При орієнтовній швидкості руху V=1 мм/с, розмірі частинки a=50 мкм, (рицинова олія при t=90 °С) значення числа Рейнольдса стано-вить η =0,001. Таке значення числа Рейнольдса дає підставу розраховувати силу опору в'язкої рідини руху частинки, що має форму кулі за наступною формулою:

$$\vec{F}_c = 6\pi\eta\left(\vec{v} - \vec{v}_{\text{р}}\right)a, \tag{3}$$

де $\vec{v}_{\text{р}}$ - швидкість руху рідини, м/с.

В створеному неоднорідному електричному полі на краплі вологи та гідратовані фосфатиди діє сила, що забезпечує їх рух до поверхні електродів:

$$\vec{F}_e = 4\pi \cdot \varepsilon_c \cdot a^3 \frac{\varepsilon_ч - \varepsilon_c}{\varepsilon_ч + 2\varepsilon_c}\left(E_x\frac{\partial\vec{E}}{\partial x} + E_y\frac{\partial\vec{E}}{\partial y} + E_z\frac{\partial\vec{E}}{\partial z}\right), \tag{4}$$

де $\varepsilon_{\text{с}}$ – ДП середовища, Ф/м; ($3\cdot10^{-11}$ Ф/м);

$\varepsilon_{\text{ч}}$ – ДП речовини кулі, Ф/м; ($60\cdot10^{-11}$ Ф/м);

$\vec{E}$ – діюче значення вектору напруженості електричного поля, В/м.

На підставі другого закону Ньютона складаємо рівняння руху кулі в рідині:

$$\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} + \frac{9\eta}{2a^2\rho}\left(\frac{d\vec{r}}{dt}\right) - \frac{3}{4\pi a^3\rho}\vec{F}_{\text{e}}(\vec{r}) = 0, \tag{5}$$

де $\vec{r}$ – радіус - вектор, м.

Розглянемо рух краплі вздовж лінії, що з'єднує центри електродів.

В такому випадку потенціал електричного поля між двома паралельними циліндрами описується рівнянням:

$$U(x) = U_{12}\frac{ln\left(\frac{x-D}{x}\right)}{2\cdot ln\left(\frac{D}{R}\right)}, \tag{6}$$

де U_{12} - різниця потенціалів між електродами, В.

D – відстань між осями електродів, м.

R – радіус електродів, м.

Напруженість електричного поля визначається формулою:

$$E(x) = -\frac{dU}{dx} = -U_{12}\frac{D}{2\cdot(x-D)\cdot x\cdot ln\left(\frac{D}{R}\right)}, \quad (7)$$

Градієнт напруженості поля:

$$\frac{dE}{dx} = U_{12}\frac{D(2x-D)}{2\cdot(x-D)^2\cdot x^2\cdot ln\left(\frac{D}{R}\right)}. \quad (8)$$

Відповідно до формули (4) маємо:

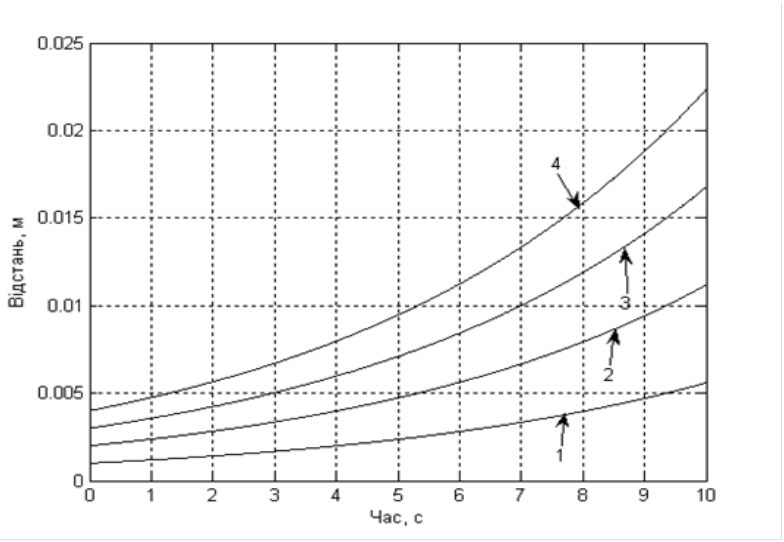
$$\vec{F}_в = 4\pi\cdot\varepsilon_c\cdot a^3\frac{\varepsilon_ч-\varepsilon_c}{\varepsilon_ч+2\varepsilon_c}\left(E_x\frac{\partial\vec{E}}{\partial x}\right);$$

$$\vec{F}_в = -4\pi\cdot\varepsilon_c\cdot a^3\frac{\varepsilon_ч-\varepsilon_c}{\varepsilon_ч+2\varepsilon_c}{U_{12}}^2\frac{D^2(2x-D)}{4\cdot(x-D)^3\cdot x^3\cdot\left(ln\left(\frac{D}{R}\right)\right)^2}\cdot \quad (9)$$

З формул (5) та (9) отримуємо диференційне рівняння другого порядку руху частинки в в'язкій рідині:

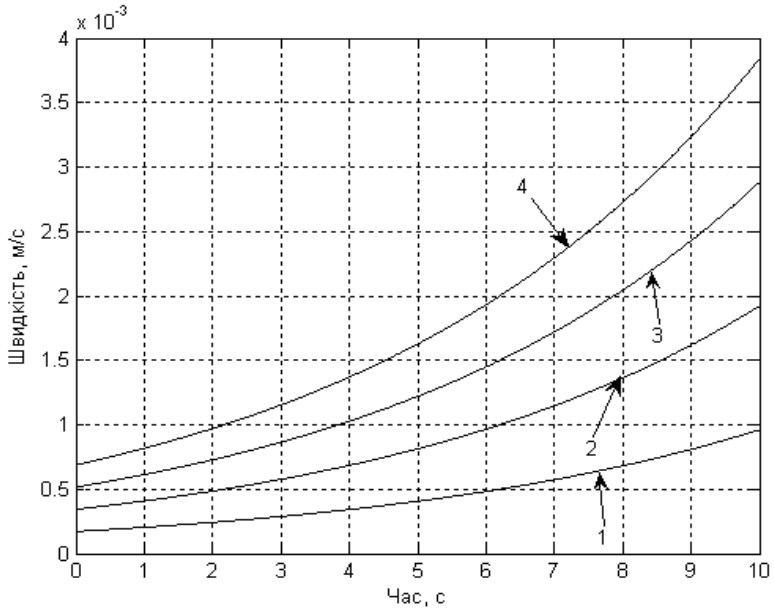
$$\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{9\eta}{2a^2\rho}\left(\frac{dx}{dt}\right)-\frac{3}{\rho}\cdot\varepsilon_c\cdot\frac{\varepsilon_ч-\varepsilon_c}{\varepsilon_ч+2\varepsilon_c}\left(\frac{D\cdot(U1-U2)}{2\cdot ln\left(\frac{D}{R}\right)}\right)^2\cdot\frac{2x-D}{(x-D)^3\cdot x^3}=0. \quad (10)$$

Це рівняння не розв'язується аналітично, тому використано чисельне розв'язання методом Рунге-Кутта в середовищі програми MATCAD. Отримано залежності координати руху частинки від часу, та її швидкості від часу при різних початкових умовах (рис.1, рис.2). Ці залежності отримані для електродів радіусом R=1 мм, при відстані між осями D=10 мм, напрузі на електродах U_{12}=5 кВ, для частинки діаметром a=50 мкм з $\varepsilon_ч=6\cdot10^{-10}$Ф/м, при в'язкості рідини η=0,05 Па·с та ε_c=3·10-11Ф/м і початковими координатами x_{01}=0,1 мм, x_{02}=0,2 мм, x_{03}=0,3 мм, x_{04}=0,4 мм.



1 − 0,001 м 1 − 0,002 м; 1 − 0,003 м; 1 − 0,004 м.

Рис. 1. Залежність відстані від часу при початку руху з точок з координатами



1 − 0,001 м 1 − 0,002 м; 1 − 0,003 м; 1 − 0,004 м.

Рис. 2. Залежність швидкості від часу при початку руху з точок з координатами

З отриманих залежностей можна визначити швидкість частинки в момент стикання з електродом при різних початкових координатах. Аналіз залежностей (рис.1 і рис. 2) показав, що ця швидкість не залежить від початкової координати руху і для вказаних умов складає 0,8 мм/с. Аналогічні розрахунки було проведено для на пруг на електродах: 3 кВ; 3,5 кВ; 4 кВ; 4,5 кВ; 5 кВ. В результаті отримані залежності скорості осадження частинок на електроди від величини напруги (рис.3).

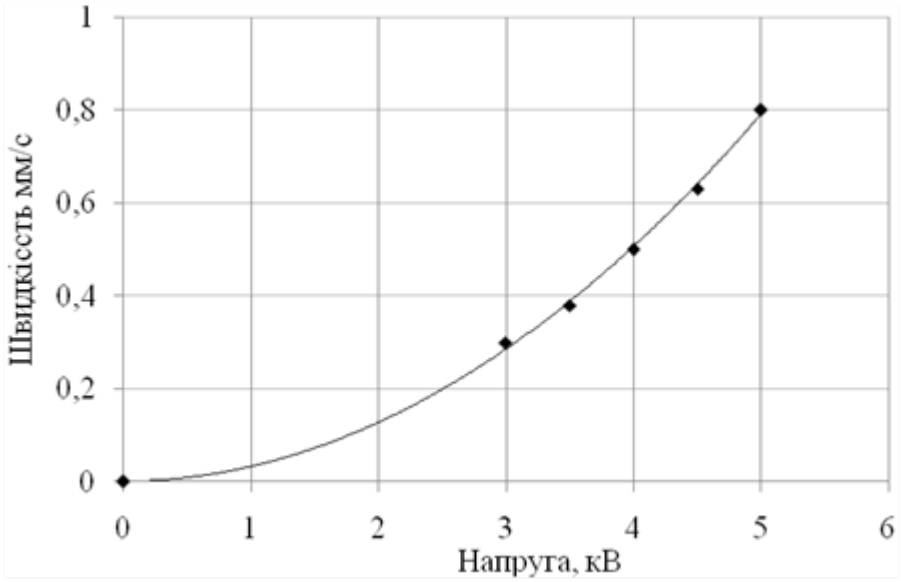


Рис. 3. Залежність швидкості частинки в момент стикання з електродом від напруги

При роботі флотаційної камери в безперервному режимі об'єм води в одиницю часу, що подається в камеру дорівнює:

$$Q_в = N \cdot Q_c, \quad (11)$$

де $Q_в$ – продуктивність по воді, м^3/с;
N – вміст води в суміші, в.о.;
Q_c – продуктивність по суміші, м^3/с.

Об'єм води в одиницю часу, що виділяється на електродах у вигляді пари:

$$Q_в = \pi \cdot N \cdot v \cdot d \cdot l, \quad (12)$$

де v – швидкість зважених крапель води, м/с;
d – діаметр електроду, м;
l – довжина електроду, м.

З рівняння балансу води в камері:

$$N \cdot Q_c = \pi \cdot N \cdot v \cdot d \cdot l, \quad (13)$$

Отримуємо вираз для розрахунку загальної довжини електродів:

$$l = \frac{Q_c}{\pi \cdot v \cdot d}. \quad (14)$$

При роботі флотаційної камери в періодичному режимі зменшення об'єму води в одиницю часу, повинно дорівнювати об'єму води, що виділяється на електродах:

$$V \cdot \frac{dN}{dt} = \pi \cdot N \cdot v \cdot d \cdot l, \quad (15)$$

де V – об'єм камери, м^3.

При розв'язанні цього диференціального рівняння отримуємо:

$$N = N_0 \, e^{-\frac{\pi \cdot v \cdot d \cdot l}{V} t}, \quad (16)$$

де N_0 – початковий вміст води в суміші, в.о.

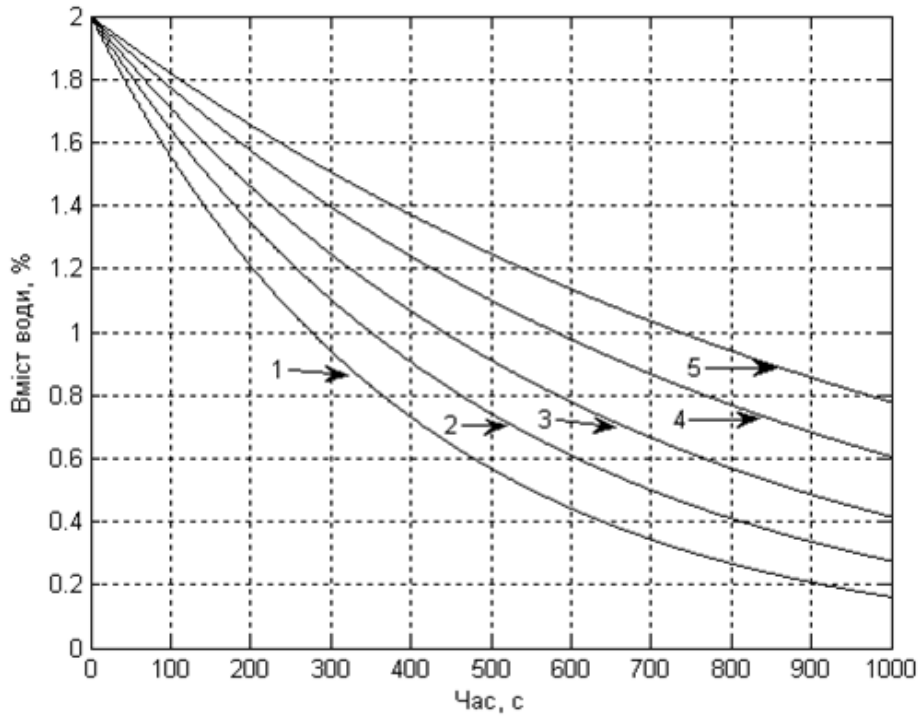
Отримане рівняння дозволяє розрахувати теоретичне значення зменшення вмісту води в олії з часом під дією електричного поля при різних умовах та порівняти результат з експериментальними даними.

Крім цього з цього рівняння можна розрахувати потрібну довжину електродів для забезпечення технологічних вимог до процесу очищення:

$$l = -\frac{\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) \cdot V}{\pi \cdot v \cdot d \cdot t}. \quad (17)$$

Для перевірки математичної моделі процесу очищення рицинової

олії в електричному полі було побудовано графічні залежності вмісту води в олії від часу за формулою (16) при напругах на електродах: 3 кВ; 3,5 кВ; 4 кВ; 4,5 кВ; 5 кВ, що відповідають швидкостям осадження на електроді 0,3 мм/с, 0,38 мм/с, 0,5 мм/с, 0,63 мм/с, 0,8 мм/с. Отримані теоретичні залежності (рис.4) побудовані для об'єму рідини 10^{-3} м^3, діаметру електродів 10^{-3} м, довжини електродів 1 м та початкового вмісту води 2 %.



1 – 5 кВ; 2 – 4,5 кВ; 3 – 4 кВ; 4 – 3,5 кВ; 5 – 3 кВ.

Рис. 4. Теоретичні залежності вмісту води від часу при напрузі на електродах

Висновки. Таким чином, в результаті моделювання процесу очищення рицинової олії в електричному полі отримали числові значення швидкості частинки в момент стикання з електродом при різних початкових координатах, встановлено, що вона не залежить від початкової координати руху і для вказаних умов складає 0,8 мм/с. Отримані також залежності швидкості осадження частинок на електроди від величини напруги та вмісту води від часу при напрузі на електродах, що дозволить в подальшому розробити алгоритм інженерного розрахунку конструкційних параметрів флотаційної камери.

Список використаних джерел

1. Дідур В. В. Механіко-технологічні основи глибокої переробки насіння рицини в умовах малотоннажного підприємства: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11. Мелітополь, 2021. 44 с.

2. Журавель Д.П. Обґрунтування технологій отримання рицинової олії. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі», Запоріжжя, 2022. С. 25-28.

3. Дідур В.В. Методика проектування технологічних комплексів для очищення рослинних олій. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2016. Вип. 16, Т. 2. С.224- 232.

УДК 664.858

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЖЕМУ З ОВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ

Стоянова О.В., к.т.н., доц.
Зубкова К.В., к.т.н., доц.
Маковецька О.А., здобувач СВО «Магістр»
Стельмашенко І.В., здобувач СВО «Бакалавр»
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький.

Постановка проблеми. Джем являє собою суміш цукрів, з м'якоттю та/або пюре одного чи кількох видів фруктів і води доведених до відповідної желеподібної консистенції [1]. Виробництво джемів в промислових масштабах здійснюється вакуумним методом, що дозволяє за короткий час довести пюре і фруктову масу до необхідної густини і знизити втрати вітамінів. У галузі переробки фруктів ця технологія дуже поширена.

В Україні виробниками запропоновано крафтове виробництво концентрованих фруктових консервів: імбирно-лимонний джем, варення апельсинове з лавандою, полунично-лимонний джем, полуниця з ревенем та м'ятою, полуниця з чорним перцем та ваніллю, полуниця з бананом, динно-грушевий конфітюр з анісом [2]. Для розширення асортименту варто звернути увагу на овочеву сировину - моркву, яка може бути повністю або частково використана для приготування джемів [3,4].

Переробним підприємствам необхідно підвищити свою конкурентоспроможність і розробити нові продукти, такі як овочеві джеми.

Основні матеріали дослідження. Морква (*Daucus carota* L.) є одним із найбільш ідеальних овочів завдяки її різноманітності та фітохімічному вмісту, особливо фенолів, поліацетиленів і каротиноїдних сполук.

Метою дослідження є розроблення способу виготовлення джему з овочевої сировини для підвищення біологічної цінності та розширення асортименту. В дослідженні розроблена рецептура джему з моркви з додаванням лимону відповідно принципам здорового харчування. В роботі розроблені 3 варіанти рецептури джемів на основі моркви: з додаванням лимону, з додаванням лимону та ванілі, без лимону. Рецептури з варіюванням інгредієнтів з метою визначення найкращого зразка за органолептичними показниками. Вибір оптимального співвідношення інгредієнтів проведено за органолептичною оцінкою.

Для виробництва джему з моркви отримують овочеву масу після попередньої підготовки: інспекція, калібрування, миття, паротермічне очищення, подрібнення. Основні технологічні операції для підготовки лимону: миття, очищення, подрібнення. Лимони миють в барабанній мийній мишині, подрібнюють, видаляють насіння. Підготовлену масу моркви та лимону змішують, дотримуючись рецептури закладки компонентів, і подають у вакуум - апарат. Варку джему проводять при залишковому тиску в робочій камері 42-45 кПа і тиску пари в паровій сорочці 210-230 кПа. В процесі варки періодично вмикають мішалку для попередження пригорання продукту. Процес концентрування проводять за один цикл. Джем варять до вмісту сухих розчинних речовин в готовому продукті не менше 68 %. Готовий джем фасують в тару, закупорюють і стерилізують за встановленими режимами. Зберігають при температурі 0...25°С і відносній вологості повітря не більше 75%.

Готовий продукт за фізико-хімічними показниками повинен відповідати нормативної документації ДСТУ 4900:2007. Джеми. Загальні технічні умови.

Запропонована технологічна схема забезпечує високу якість продукту, так як передбачає використання сировини найвищої якості без використання будь-яких консервантів та синтетичних домішок. Основна сировина надходить протягом всього року що дає можливість максимально завантажити виробничу лінію і забезпечити роботу виробничого цеху.

Висновки. Виробництво джему запропонованим способом суттєво покращує органолептичні показники джему - зовнішній вигляд, консистенцію, аромат, смак, що пов’язано з гармонійним поєднанням моркви з лимоном. Технічний результат дослідження полягає у розширенні асортименту джемів, підвищенні харчової та фізіологічної цінності продукту.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4900:2007. Видання. Джеми. Загальні технічні умови. Зміна № 1. [Чинний від 2019-11-01]. Вид. офіц. Київ: «ДП «УкрНДНЦ», 2007. 10 с. 16.

2. Солодке життя: як подружжя з Полтави започаткувало виробництво варення екстракласу. URL: https://www.umoloda.kiev.ua/ number/3319/ 188/123715/ (дата звернення: 16.10.2024)

3. Спосіб виробництва морквяного повидла вітамінізованого: пат. 109844 Україна: A23L1/06. A 201406506; заявл. 11.06.2014; опубл. 12.01.2015, Бюл. № 1/2015.

4. Massimiliano Renna, Bernardo Pace 8 Maria Cefola. Comparison of two jam making methods to preserve th*e* quality of colored carrots. *LWT - Food Science and Technology*. 2013.Vol. 53, №2. P. 547-554. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.03.018.

УДК 663.3

УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛОДОВИХ ДИСТИЛЯТІВ З ЯБЛУК

Мамай О.І., к.т.н.,
Кузьміна Т.О., д.т.н.,
Серьогіна К.В., магістрант
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький.

Постановка проблеми. Світове виробництво міцних напоїв преміум-класу постійно зростає. Згідно з новими вичерпними даними та прогнозами IWSR [1] глобальний ринок алкогольних напоїв буде збільшуватися.

Набрав чинності Закон України «Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких законів України щодо спрощення умов виробництва дистилятів суб'єктами малого підприємництва». Закон підготувало Мінагрополітики, щоб стимулювати розвиток та легалізацію малого підприємництва у сфері виробництва спиртових дистилятів та спиртних напоїв [2]. Завдяки цьому очікується подальший розвиток виробництва міцних алкогольних напоїв в Україні.

Виробництво міцних напоїв на основі плодових спиртів є перспективним напрямком вітчизняної алкогольної індустрії, що дозволить підвищити конкурентоспроможність вітчизняної продукції, завоювати значну частку як внутрішнього, так і міжнародного ринку. Використання сучасних технологій та наукових розробок дозволить створити унікальні продукти з високими органолептичними характеристиками, що задовольнять потреби найвибагливіших споживачів.

В Україні проводились дослідження якості сидрових матеріалів

залежно від сорту яблук [3, 4]. Вважається, що сортові особливості яблук та чистих культур винних дріжджів суттєво впливають на фізико-хімічні та органолептичні показники виноматеріалів.

В Україні розроблено та впроваджено у виробництво технології, які сприяли значному покращенню якості дистилятів, бренді, кальвадосів [5].

На основі виробничого досвіду експлуатації перегінних установок для отримання коньячного і плодового спирту із виноматеріалів був розроблений новий перегінний апарат для малих і середніх підприємств та фермерських господарств [6]. В пристрої періодичної дії для одержання спирту-сирцю, зміцнювальна колона, дефлегматор і холодильник виконані у вигляді єдиного блоку. Дефлегматор установлений таким чином, що 60 – 70% тарілок зміцнювальної колони розміщені в охолодній зоні дефлегматора. Джерело пари виконано у вигляді парогенератора, який входить у єдиний блок з перегінним кубом.

Після проведення випробування моделі апарата був виготовлений апарат з об‘ємом куба 50 дм^3 [7] і проведені випробування при перегонці дріжджових осадів, коньячних виноматеріалів, зброджених плодових соків. Результати випробування показали, що апарат може бути використаний з успіхом для отримання спирту-сирцю, коньячних і плодових спиртів.

Основні матеріали дослідження. Проводились дослідження зброджування яблучного соку, отриманого з сортосуміші, на різних культурах дріжджів. Дослідження проводили з використанням штамів дріжджів: IOC 11-1002 K, EnartisFerm VQ10, SafSpirit FD-3. У якості контролю використовували розводку дріжджів, отриману при спонтанному забродженні яблучного сусла.

Штами дріжджів підібрані згідно з рекомендаціями виробників на основі їх високої бродильної активності, здатності до бродіння у несприятливих умовах (низька температура бродіння, збіднене азотом середовище), здатності повністю вибродити сусло без утворення недобродів, високому виходу спирту, а також з низьким утворенням ендогенної сірчистої кислоти і сульфіду водню.

Бродіння яблучного сусла, проводилось при температурі 15 °С. Тривалість зброджування яблучного соку становила в середньому 12 діб. Спонтанне бродіння завершилось на 14 добу. Вихідний яблучний сік мав такі параметри: титрована кислотність – 5,8 г/дм^3, вміст цукру 117,5 г/дм^3, pH – 3,3.

Основні фізико-хімічні показники зброженого сусла представлені у таблиці 1. На рис. 1 представлені графіки зміни масового вмісту цукру в процесі бродіння.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники сидрових матеріалів

Показник	Штами дріжджів			
	IOC 11-1002 K	EnartisFerm VQ10	SafSpirit FD-3	Спонтанна мікрофлора
Вміст спирту, % об.	6,9	7,0	7,15	6,75
Вміст цукру, г/дм^3	1,1	0,9	0,5	3,4
Титрована кислотність, г/дм^3	7,0	6,8	6,2	7,4
pH	3,3	3,2	3,2	3,3

Всі досліджувані штами дріжджів активно зброджували яблучне сусло, незважаючи на температуру бродіння, яку знижували шляхом охолодження бродильного середовища до 15 – 16 °С. Термін повного зброджування для всіх культур дріжджів, окрім контрольного 12 діб. Найменший вміст залишкового цукру у зразках, зброджених спеціалізованим штамом SafSpirit FD-3. Контрольні зразки, зброджувані спонтанною мікрофлорою закінчували бродіння на 14 добу, отримуючи недоброд із вмістом цукру 3,4 г/дм^3.

При зброджуванні яблучного сусла штам SafSpirit FD-3 накопичує максимальний вміст спирту (98,5 % від теоретично можливого) проти 95 % від теоретично можливого у сидрових матеріалах, отриманих при бродінні на спонтанній мікрофлорі.

Таким чином, всі досліджувані штами дріжджів, крім контрольного забезпечують повне вибродження цукрів при несприятливих умовах бродіння (низька температура) і можуть застосовуватись для отримання матеріалів для плодових спиртів.

З метою визначення фізико-хімічних показників, було досліджено склад дистиляту, отриманого з сидрового матеріалу, який зброджували з використанням спеціалізованих дріжджів SafSpirit FD-3. Яблучний дистилят є багатокомпонентною системою і поряд з етиловим спиртом та водою містить також вищі спирти, ефіри, альдегіди, ацеталі та інші домішки. Крім основних домішок у спирті присутні у менш значних кількостях різні спирти, ефіри, альдегіди, які відіграють певну роль у складенні властивостей плодових дистилятів.

Перегонку проводили на лабораторній моделі перегінної установки. Отриманий дистилят має високу органолептичну оцінку. Отримано високий вихід спирту у отриманих фракціях, відносно наявного у сидровому матеріалі.

У таблиці 2 приведено органолептичні показники спирту плодового, отриманого при фракціонованій перегонці сидрових матеріалів.

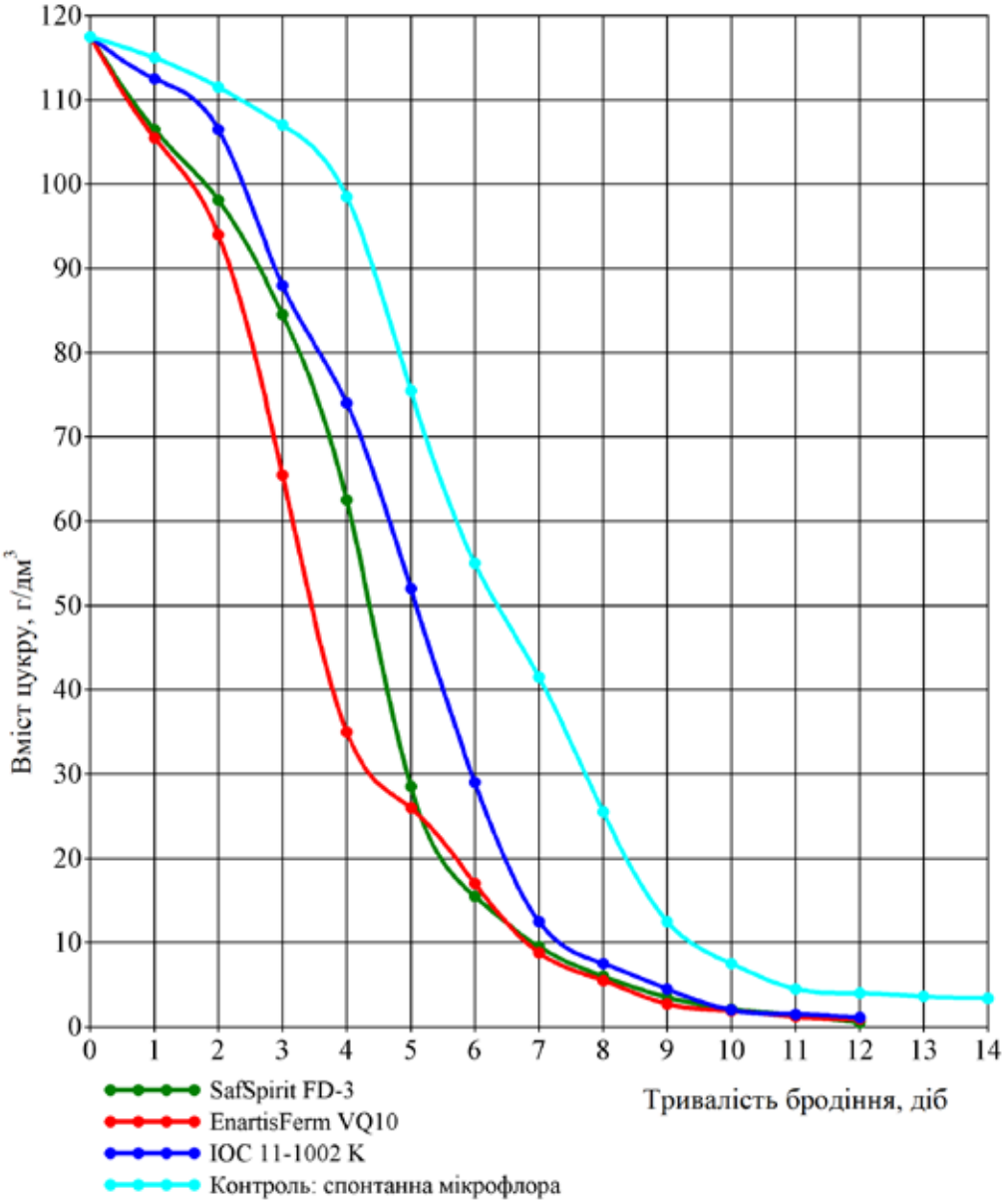


Рис. 1. Зміна вмісту цукру під час зброджування яблучного сусла різними штамами дріжджів

Таблиця 2

Органолептичні показники спирту плодового для виробництва міцних напоїв

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора рідина, без осаду та сторонніх домішок
Колір	Безбарвна рідина
Смак і аромат	Характерні для спирту плодового молодого для виробництва міцних напоїв, без сторонніх присмаків і запахів

У таблиці 3 наведено компонентний склад спирту плодового, отриманого при фракціонованій перегонці сидрових матеріалів.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники спирту плодового для виробництва міцних напоїв

Назва показника	Значення по ДСТУ 7088:2009	Вміст компонентів у дистиляті
Об'ємна частка етилового спирту, % об.	62 – 70	65,4
Масова концентрація вищих спиртів, у перерахунку на ізоаміловий спирт безводного спирту, мг/100 см^3	100 – 600	420
Масова концентрація летких кислот, у перерахунку на оцтову кислоту безводного спирту, мг/100 см^3	не більше 80	58
Масова концентрація метилового спирту безводного спирту, г/100 дм^3	не більше 1,5	0,9

Таким чином, отриманий дистилят відповідає за фізико-хімічними показниками ДСТУ 7088:2009 Спирт плодовий молодий для виробництва міцних напоїв. Технічні умови [8].

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що спеціально підібрані штами дріжджів IOC 11-1002 K, EnartisFerm VQ10, SafSpirit FD-3 активно зброджували яблучне сусло, незважаючи на низьку температуру бродіння та збіднене азотом середовище. Вказані штами дріжджів мають високу здатність зброджувати цукор та продукувати ароматоутворюючі речовини.

Отримано плодовий дистилят з використанням лабораторної модельної перегінної установки. Отриманий дистилят має високі органолептичні показники і відповідає за фізико-хімічними показниками ДСТУ 7088:2009 Спирт плодовий молодий для виробництва міцних напоїв. Технічні умови.

Результати проведених досліджень рекомендуються до впровадження на малих та середніх підприємствах для виробництва високоякісних напоїв.

Список використаних джерел

1. International Wine & Spirit Research. Global beverage alcohol market set for moderate recovery in 2025, while challenges persist in 2024 / Веб-сайт. URL: https://www.theiwsr.com/global-beverage-alcohol-market-set-for-moderate-recovery-in-2025-while-challenges-persist-in-2024/ (дата звернення 24.10.2024).

2. Журнал «Напої & Пиво. Технології та Інновації». Закон для малих виробників крафтових міцних напоїв: сутність і підводні камені / Веб-сайт. URL: https://techdrinks.info/zakon-dlya-malyh-vyrobnykiv-kraftovyh-mitsnyh-napoyiv-sutnist-i-pidvodni-kameni/ (дата звернення 24.10.2024).

3. Луканін О.С., Байлук С.І., Кондратенко Т.Є. Класифікація сортів яблук України для виробництва сидру. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 9. С. 74–79.

4. Луканін О.С., Байлук С.І. Рекомендації щодо створення в Україні сировинної бази спеціальних технічних сортів яблук для виробництва плодово-ягідних вин, сидрів і кальвадосів. Київ: Інститут агроекології УААН. 2004. 18 с.

5. Технологія плодово-ягідних напоїв: навч. посіб. / Валько М.І., Ковалевський К.А., Мамай О.І., Шанін О.Д. Херсон: ХНТУ, 2016. 512с.

6. Ковалевський К.А., Валько М.І., Мамай О.І., Кузьміна Т.О., Шанін О.Д. Обладнання для виробництва плодових, коньячних спиртів та спирту-ректифікату. *Вісник ХНТУ*. Херсон. 2016. № 2(57). С. 142–148.

7. Апарат для одержання коньячних та плодових спиртів / Ковалевський К.А., Глухов П.В., Челідзе Т.Н.: пат. № 28148 А Україна: МПК C12G 3/00. заявл.16.10.2000; опубл. 15.06.2001, Бюл. №5.

8. ДСТУ 7088:2009 Спирт плодовий молодий для виробництва міцних напоїв. Технічні умови. [Чинний від 2011-01-01] Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 8 с. (Національний стандарт України).

УДК.636.352/353; 631.362

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСООЩАДНОГО ВИРОБНИЦТВА БІЛКОВО-ВІТАМІННОЇ ПАСТИ

Твердохліб І.В., к.т.н.,
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця.

Постановка проблеми. Забезпечення людства продуктами харчування стало одним із ключових викликів сьогодення. Різні природні та антропогенні катаклізми, швидке зростання чисельності населення планети (понад 8 мільярдів людей) та інші виклики вимагають серйозного підходу до цього питання. Особливо гостро стоїть проблема білка, зокрема тваринного, адже він є основою належного рівня життя. У розвинених країнах мінімальний рівень споживання продуктів тваринного походження, нижче якого виникає ризик недоїдання та негативних наслідків для організму, становить 1650 ккал, тоді як в Україні цей показник вдвічі нижчий [1]. За тими ж даними, українці забезпечені м’ясом та його продуктами на дві третини, а молочними продуктами – трохи більше половини від

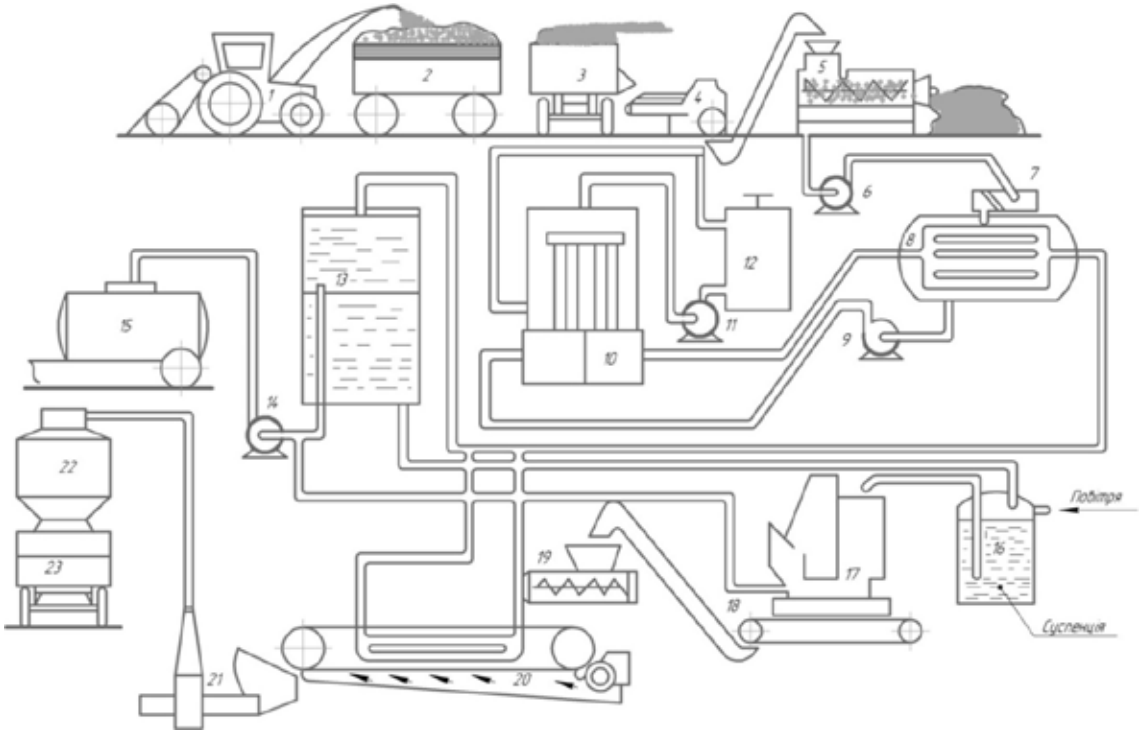
необхідного. Така ситуація, що триває багато років, зумовлена важким станом вітчизняного тваринництва, особливо скотарства. Проте розвиток тваринництва неможливий без ефективного кормовиробництва, яке забезпечить якісні корми з високою засвоюваністю [2]. Варто працювати над підвищенням якості традиційних кормів (сіно, сінаж, силос, комбікорми), вдосконалювати традиційні технології їх заготівлі, а також звернути увагу на сучасні й менш поширені методи виробництва високобілкових кормів, які можуть використовуватись і для виробництва харчового білка. У цій роботі проаналізовано питання забезпечення тварин поживними кормами, зокрема виробництво високобілкових компонентів шляхом фракційної переробки люцерни.

Основні матеріали дослідження. Огляд новітніх досліджень у сфері фракційної заготівлі кормів свідчить про зростаюче застосування цієї технології в різних країнах, зокрема і в Україні. Однак наразі відсутня єдина методика або чіткі рекомендації з питань впровадження технологій фракційної заготівлі таких високобілкових рослин, як люцерна та конюшина. У кожному випадку склад і налаштування технологічного обладнання для реалізації цієї технології мають свої особливості. У нашій роботі ми систематизували існуючий досвід фракційної заготівлі кормів для виробництва білково-вітамінного концентрату та зробили попередні висновки щодо підвищення ефективності цієї технології[3, 4, 5].

Варто зазначити, що це лише один із можливих варіантів технологічної схеми, адже кожну з наведених операцій можна виконувати за допомогою різних комплектів обладнання. Для запропонованого комплекту обладнання було проведено моделювання його роботи з урахуванням доступних технічних характеристик та показників якості. Також запропоновано цех для впровадження технології вологого фракціонування люцерни.

Цех включає такі технологічні лінії: дозування, дезінтеграція (подрібнення) і вологе фракціонування зелених рослин; коагуляція зеленого соку; розділення суспензії, отриманої після коагуляції; сушіння рослинного білково-вітамінного концентрату та виготовлення з нього пелет (гранул) [6, 7].

Результати та висновки. моделювання роботи лінії з виробництва білково-вітамінного концентрату демонструють перспективність цього напряму в кормовиробництві. Як і інші методи заготівлі кормів, дана технологія має свої переваги та недоліки. До недоліків можна віднести значні енергозатрати, особливо на операції сушіння та коагуляції. Подальші дослідження можуть бути спрямовані



1 – косарка з подрібнювачем; 2, 15, 23 – транспортні засоби; 3 – дозатор; 4 – подрібнювач; 5 – прес для віджиму соку; 6,9,11,14 – насос; 7 – пристрій для очищення соку від домішок; 8, 13, 16 – ємність; 10 – теплообмінник; 12 – електрокотел; 17 – фільтр-прес; 18 – транспортер; 19 – прес-гранулятор; 20 – сушка для концентрату; 21, 22 – пневмотранспортер

Рис.1 Схема технологічної лінії фракційної переробки люцерни

на зниження цих витрат шляхом використання альтернативних джерел енергії для вказаних процесів, можливого застосування хімічної коагуляції зеленого соку, а також оптимального підбору обладнання відповідно до продуктивності [8, 9, 10].

Водночас ця технологія має й суттєві переваги перед традиційними методами заготівлі кормів. Насамперед, вона дозволяє значно скоротити втрати поживних речовин на всіх етапах технологічного, оскільки всі операції виконуються на стаціонарі, без великих переміщень матеріалу, що зменшує втрати. Крім того, фракційний поділ корму підвищує його загальну енергетичну цінність і дає можливість використовувати окремі фракції для цільових потреб у годівлі тварин[11, 12].

Висновки.

1. Традиційні методи заготівлі кормів із зелених рослин не можуть повністю задовольнити потреби тваринництва, оскільки під час технологічних процесів відбуваються значні втрати поживних речовин. Один із способів посилення галузі кормовиробництва – запровадження фракційних технологій заготівлі високобілкових зелених рослин.

2. Аналіз сучасних досліджень і публікацій свідчить, що

наразі немає чітко встановлених рекомендацій щодо вибору машин для реалізації цієї технології та налаштувань режимів їхньої роботи. У кожному конкретному випадку ці питання вирішуються індивідуально.

3. Отримані при моделюванні дані щодо режимних параметрів роботи експериментального обладнання засвідчили ефективність використання більшості запропонованих машин.

Список використаних джерел.

1. І. М. Кирилюк Соціально-економічні чинники загострення проблеми безпечності та якості продуктів харчування тваринного походження в Україні. Ефективна економіка № 12. 2017

2. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В., Бабич А.О. Концепція розвитку кормовиробництва в Україні на період до 2025 року. 12 с. URL:http://fri,vin.ua/

3. Спірін А.В., Твердохліб І.В., Купчук І.М., Побережець Ю.М. Обґрунтування енергоефективних режимів процесу досушування продуктів фракційної переробки люцерни. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. №2(113). С.142-150.

4. В. Мірненко Ефективність кормовиробництва: скільки корів може прогодувати гектар. Житомир. «Молоко і ферма» 2018. №2(45).

5. Кобець А.С., Чурсінов Ю.О., Пугач А.М. та ін. Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв: Монографія Дніпро: «Свідлер А.Л.» 2022.-Т.4. 460 с.

6. І.А. Шевченко Кормове забезпечення органічного тваринництва. Тваринництво Степу України. 2022. Том 1. №1. С.111–122.

7. Спірін А.В., Твердохліб І.В. Рівноважний вологовміст продуктів переробки люцерни .Вібрації в техніці та технологіях. 2020. №1(96). С. 118–129.

8. Tverdokhlib I., Polievoda Y., Slobodyanyuk V., Pavlenko V. Construction and technological parameters of the process of reducing green mass of energy- and resource-saving production of livestock products. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2024. № 2 (125). С. 105–110.

9. R. Fiorentini, G. Galoppini Pilot Plant Production of an Edible Alfalfa Protein Concentrate. Jornal of Food Science. 2006. 46(5): 1514–1517.

10. Твердохліб І.В., Яропуд В.М., Солона О.В., Полєвода Ю.А., Бабин І.А. Розробка рекомендацій щодо оптимізації технологічних процесів переробки та використання тепломасообмінного обладнання для сушіння бобових трав. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. 2024. № 1 (331). С.140-144

11. Nissen S.H., Lubeck M., Muller A.H., Dalsgaard T.K. Protein recovery and quality of alfalfa extracts obtained by acid precipitation and fermentation. Bioresource Technology Reports. Volume 19, September

2022, 101190.

12. Hernandez A., Hernandez T., Martinez C. Production and chemical composition of alfalfa protein concentrate obtained by freezing// Animal Feed Science and Technology. Volume 72, Issues 1-2, May 1998, Pages 169–174.

УДК 664.3

ТРАНС-ЖИРИ В ЇЖІ

Булега В. Ю., студ.,
Ярмош Т. А., асп.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. Сучасний ринок харчових продуктів переповнений широким асортиментом вітчизняних та імпортних продовольчих товарів. Найбільш вживаними продуктами харчування є жири рослинного та тваринного походження, молочна, м'ясна, кондитерська та хлібобулочна продукція. Серед більшості харчової продукції найчастіше фальсифікують молочні продукти харчування (масло, морозиво, вершки, сметана, сири плавлені, молоко згущене і сухе та ін.). Для фальсифікації найчастіше використовують гідрогенізовані рослинні жири або їх суміші. Завдяки своїй твердості, гідрогенізовані жири дозволяють надавати продуктам бажаної текстури, подовжувати термін зберігання, покращувати смакові якості продуктів (надаючи їм більш насичений смак і аромат), а також вони є більш дешевшими [1, 2].

Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, споживання продуктів з високим вмістом транс-жирів є одним з провідних факторів ризику розвитку серцево-судинних захворювань, діабету та деяких видів раку, що щорічно призводить до смерті півмільйона людей у світі. Це робить питання підвищення якості молочної та масложирової продукції, вдосконалення стандартів та посилення контролю над виробництвом і реалізацією такої продукції вкрай актуальним для української харчової промисловості.

Основні матеріали дослідження. Гідрогенізація – це промисловий хімічний процес, під час якого рідкі рослинні олії перетворюються на тверді жири, шляхом додавання атомів водню з підвищеним тиском, температурою та за наявності каталізаторів. Цей процес створює гідрогенізовані рослинні жири, які в свою чергу мають підвищену стійкість до окислення та довший термін зберігання. Це робить їх привабливим для харчової промисловості. Однак, основним

побічним продуктом цього процесу, стають транс-жири — специфічна форма жирний кислот з транс-конфігурацією, яка виникає внаслідок неповної гідрогенізації.

Транс-жири утворюються переважно у процесі промислової переробки натуральних рослинних олій у тверді жири, насамперед під час виробництва маргаринів та спредів шляхом гідрогенізації. Також значна кількість транс-жирів формується при виготовленні кулінарних і кондитерських жирів, у процесі рафінації олій (особливо на етапі дезодорації), при виробництві фритюрних жирів та замінників какао-масла для кондитерської промисловості. Всі ці процеси об'єднує те, що транс-жири утворюються виключно при промисловій обробці жирів за умов високих температур, тиску та/або присутності каталізаторів, причому найбільша їх кількість формується саме під час гідрогенізації рослинних олій.

Процес перетворення цис-ізомерів жирних кислот на транс-ізомери під час виробництва маргаринів та спредів є складним фізико-хімічним явищем. Часткова гідрогенізація рослинних олій за високих температур та тиску в присутності нікелевого каталізатора, а також подальша інтенсивна термомеханічна обробка сприяють ізомеризації подвійних зв’язків. Цей процес призводить до утворення транс-ізомерів, які є більш термодинамічно стабільними, але біологічно неактивними для організму людини. Відсутність ферментів, здатних метаболізувати транс-жири, призводить до їх накопичення в організмі, що, в свою чергу, пов’язане з підвищеним ризиком розвитку серцево-судинних захворювань, порушенням обміну речовин та зниженням імунітету.

Під час тривалої термічної обробки харчових олій при температурі, що перевищує 180°C, відбуваються складні хімічні реакції, які призводять до окислення поліненасичених жирних кислот та утворення широкого спектру потенційно токсичних сполук. Серед них особливу небезпеку становлять поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), акриламід та гетероциклічні ароматичні аміни (ГАА). Ці сполуки характеризуються високою мутагенною та канцерогенною активністю, а також можуть негативно впливати на репродуктивну систему та імунітет.

Експериментальні дані свідчать про пряму залежність між інтенсивністю теплової обробки харчових олій та утворенням потенційно канцерогенних сполук, таких як поліциклічні ароматичні вуглеводні та гетероциклічні аміни. Кінетичні дослідження демонструють експоненціальне зростання концентрації цих сполук при багаторазовому використанні олії для смаження. Спектрофотометричний аналіз підтверджує деградацію ліпідів, що проявляється у збільшенні кислотного та перекисного чисел, що, в свою чергу, сприяє подальшому утворенню шкідливих речовин

Повторна термічна обробка харчових олій призводить до

прогресуючої деградації тригліцеридів, що проявляється у зміні фізико-хімічних та органолептичних характеристик. Утворення продуктів вторинного окислення, таких як полімери та циклічні сполуки, негативно впливає на смак, аромат та харчову цінність продуктів. Підвищення температури фритюру понад 170-175°С значно прискорює процеси окислення та полімеризації, що супроводжується утворенням потенційно канцерогенних сполук.

Згідно з численними науковими дослідженнями, транс-ізомери жирних кислот (ТІЖК) мають виражений негативний вплив на здоров'я людини, сприяючи розвитку серцево-судинних захворювань, атеросклерозу та підвищуючи ризик онкологічних захворювань. Беручи до уваги ці дані, органи охорони здоров'я Європейського Союзу рекомендують вживати заходів щодо суттєвого обмеження споживання продуктів, збагачених ТІЖК, та розробки нових технологій виробництва харчових продуктів з мінімальним вмістом цих шкідливих сполук.

З метою регулювання вмісту ТІЖК у харчових продуктах, що містять жири та олії, в багатьох країнах світу було запроваджено відповідні нормативні акти. Зокрема, в країнах Європейського Союзу гранично допустимий вміст ТІЖК у спредах та маргаринах встановлено на рівні не більше 2%, тоді як в Україні цей показник становить 8% (нормується стандартом ДСТУ 4399:2005) [1]. Крім того, у Сполучених Штатах Америки існує обов'язкова вимога щодо маркування харчових продуктів, що містять транс-ізомери жирних кислот. Першою країною, яка запровадила законодавчі обмеження на вміст транс-ізомерів у жирах, встановивши ліміт на рівні 2% стала Данія в 2003 році. До 2010 року аналогічні норми, були впроваджені в Данії, Норвегії та Ісландії. У США та Канаді, з 2006 року, виробники зобов’язувались вказувати наявність транс-ізомерів на етикетках продуктів [1].

Значний вміст транс-ізомерів жирних кислот у масложировій продукції українського ринку, який може сягати 49%, створює серйозну загрозу здоров'ю населення. Для забезпечення безпечності харчових продуктів необхідне посилення контролю за рівнем цих шкідливих сполук на всіх етапах виробництва та реалізації. Найбільш точним та інформативним методом визначення масової частки транс-ізомерів олеїнової кислоти є газова хроматографія з використанням капілярних колонок та високополярних нерухомих фаз, а також високоефективна рідинна хроматографія зі срібною іонною хроматографією. Ці методи дозволяють не тільки кількісно визначити вміст транс-ізомерів з точністю до 0,01%, але й провести детальний аналіз жирнокислотного складу продукту. Додатково для структурної ідентифікації транс-ізомерів можуть бути використані газова хроматографія з мас-спектрометрією та тандемна мас-спектрометрія, а для швидкого скринінгу – інфрачервона спектроскопія

Висновки. Отже, проведені дослідження щодо вмісту шкідливих трансжирів у харчових продуктах виявили, що найвищий їх вміст спостерігається у маргаринах, менший - у спредах, а найбезпечнішими є рослинно-вершкові суміші, що зумовлено використанням технології компаундування компонентів при низьких температурах, яка мінімально впливає на зміну структури ненасичених жирних кислот. Проте, наявність маркування "ДСТУ" на етикетці не гарантує якості продукту, оскільки все залежить від сумлінності виробника та його відповідальності перед споживачем, що вказує на необхідність посилення контролю за якістю цієї групи продуктів.

Список використаних джерел.

1.ЗАКОН УКРАЇНИ Про внесення змін до Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» (щодо обмеження вмісту трансжирних кислот у харчових продуктах). URL: http://surl.li/nirvox

2. Trans fatty acids in food: A review on dietary intake, health impact, regulations and alternatives / T. Nagpal et al. *Journal of Food Science*. 2021. Vol. 86, no. 12. P. 5159–5174. URL: https://doi.org/10.1111/1750-3841.15977.

3. ROMASHKO I. S.; BASARAB I. M. ТРАНС–ЖИРИ–ПРОБЛЕМА СУЧАСНОСТІ. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 2016, 18.1: 115–117. URL: http://surl.li/tghalp

4. Perry R., Henry F. J., Bremmer D. Industrially produced trans fat and saturated fat content of food products in Jamaica. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 2023. Vol. 47. P. 1. URL: https://doi.org/10.26633/rpsp.2023.45

5. Ткаченко Т. Транс-жири: небезпека доведена! *Фармацевт Практик*, 2018, 10: 42–43.

УДК

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Мовчан Д.А., аспірант,
Холодюк О.В., к.т.н.
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця.

Постановка проблеми. Відсутність сталої сівозміни, органічного підживлення, постійне використання плуга, аномальна спека, перепади температур та недостатня кількість вологи сприяють

зменшенню кількості гумусу у ґрунті та значній деградації земель в Україні.

Тому у сьогоднішніх реаліях застосування мінеральних добрив є одним із ключових елементів агровиробництва, оскільки воно безпосередньо впливає на врожайність та якість сільськогосподарських культур. Значне подорожчання якого змушує переглянути підходи до його внесення, щоб отримати максимальний ефект за мінімальної кількості добрив. Проте, традиційні методи внесення часто не забезпечують оптимального використання добрив, що може призводити до їх неефективного використання, вимивання та забруднення навколишнього середовища. Одним із перспективних підходів є різноглибинне внесення добрив, яке має потенціал для підвищення ефективності використання добрив та покращення якості ґрунту.

Основні матеріали дослідження. Питання ефективності внесення твердих мінеральних добрив у різні шари ґрунту активно досліджується вченими. Так як це безпосередньо впливає на урожайність та якість сільськогосподарських культур.

У статті [1] китайські дослідники дійшли висновку, що порівняно з поверхневим внесенням, концентрація мінерального азоту в зоні кореневої системи пшениці (0–40 см) збільшувалась на 8,6-50,3 %, біомаса та загальне поглинання азоту у тканинах пшениці (солома та корені) зросли на 12,3-38,9 %, а втрати на вивітрювання та вимивання значно впали.

В іншій статті [2] польські дослідники дійшли висновку, що при постійному поверхневому внесенні таких елементів як фосфор та калій, які є майже нерухомими у ґрунті, відбувається значне вимивання цих елементів з полів та забруднення водойм, тоді як підповерхневе внесення мінеральних добрив на глибину 10–30 см може зменшити цей ефект і забезпечити більш рівномірний доступ коренів рослин до поживних речовин у ґрунті.

Серед переваг різноглибинного внесення можемо відзначити наступне:

1. Підвищення ефективності використання мінеральних добрив: завдяки точному розташуванню добрив у кореневій зоні, рослини можуть ефективніше їх засвоювати, що зменшує витрати на добрива і покращує врожайність.

2. Зменшення забруднення навколишнього середовища: уникнення поверхневого внесення зменшує ризик вивітрювання та стікання добрив у водні джерела, що знижує екологічний слід агровиробництва.

3. Покращення структури ґрунту: глибоке внесення добрив сприяє аерації та поліпшенню водопроникності, що позитивно впливає на здоров’я рослин.

4. Зменшення ризику загибелі насіння: внесення добрив на

оптимальну глибину запобігає їх контакту з насінням, що може призводити до загибелі насінини.

Для того щоб реалізувати увесь потенціал різноглибинного внесення необхідно враховувати кілька факторів:

- Тип добрив: під кожну культуру потрібно підбирати відповідний тип добрив, так як різні рослини, потребують мікро, макро та мезо елементів у різних кількостях.
- Тип ґрунту: різні типи ґрунту мають різну здатність утримувати вологу та поживні речовини, що впливає на вибір глибини внесення.
- Кліматичні умови: температура, вологість та інші кліматичні фактори також повинні враховуватися при плануванні внесення добрив.

Висновки. Різноглибинне внесення мінеральних добрив є перспективним підходом до підвищення ефективності агровиробництва. Завдяки оптимальному розташуванню добрив у ґрунті, можна значно поліпшити їх використання, зменшити екологічний вплив і підвищити врожайність сільськогосподарських культур. Подальші дослідження та впровадження нових технологій у цій галузі можуть стати запорукою сталого розвитку сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Ву Х., Ван Л., Лю С., Лі Ц., Лу Ч., Дун В. Пошарове внесення добрив покращує ефективність використання азоту шляхом підвищення поглинання та зменшення втрат азоту з сечовини. *Agronomy*, 2023, 13, 2428 с. https://doi.org/10.3390/ agronomy13092428.

2. Краска П., Андрущак С., Герасімюк П., Русецький Х. Вплив підповерхневого внесення мінеральних добрив на деякі властивості ґрунту за умов зниженого обробітку при вирощуванні сої. *Agronomy* 2021, 11, 859 с. https://doi.org/10.3390/agronomy11050859.

УДК 663.252

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЖЕВИХ ВИН

Мамай О.І., к.т.н.,
Кузьміна Т.О., д.т.н.,
Федоренко Т.Ю., магістрант
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький.

Постановка проблеми. Виноробство в Україні має давню історію та значний потенціал. Країна має сприятливі кліматичні умови для вирощування винограду, особливо в південних регіонах.

За останні двадцять років рожеве вино значно зросло з точки зору як попиту, так і пропозиції на світовому рівні. Між 2001 і 2021 роками світове виробництво зросло на 25 % [1]. Цей тренд охопив як досвідчених шанувальників вина, так і нових споживачів, які шукають свіжі та легкі напої.

У Франції рожеві вина вийшли на друге місце з продажу після червоних, обігнавши білі вина. Інтерес до рожевих вин на ринках США та Великобританії зростає вже протягом кількох років [2].

Зростання попиту на рожеві вина є тривалим трендом, який, ймовірно, продовжиться в найближчі роки. Цей сегмент ринку пропонує великі можливості для виробників та дистриб'юторів, а для споживачів – широкий вибір смачних та різноманітних вин.

У зв'язку з цим розробка науково обґрунтованої технології рожевих вин, спрямованої на підвищення якості та покращення органолептичних показників, є актуальною.

У всьому світі рожеві вина отримують трьома способами:

1. "saignee" або "кровопускання", – частина процесу виробництва червоного вина. Даний спосіб застосовують, коли необхідно отримати більш забарвлені та більш яскраві вина. Для цього застосовують короткочасну мацерацію з метою отримання більшої кількості антоціанів та танінів. Мацерація може тривати від 5 до 24 годин. Після дроблення, відділення гребенів та сульфітування виноград поміщають у чан. Через деякий час забарвлене сусло зливають через отвір внизу чана і зброджують окремо [3].

2. "pressurage direct" або "прямий прес": найпоширеніший спосіб, який полягає в тому, що виноград червоних сортів переробляють "по білому" способу, званий також "інтегральним пресуванням свіжої м’язги". Фаза пресування має першорядне значення для якості вина [3].

3. змішування білого виноматеріалу з невеликою кількістю червоного. Таким чином, зазвичай робляться ігристі рожеві, деякі вина класу IGP і тепер після поправок ЄС тихе рожеве класу AOP [4].

Лабораторні й виробничі випробування нових підходів при виробництві рожевих столових вин дозволили розробити нові

апаратурно-технологічні схеми виробництва рожевих столових і кріплених виноматеріалів, які рекомендуються до впровадження на виноробні підприємства України [5].

Одним із способів отримання рожевих столових вин є використання м'язги червоного винограду після відбору із неї сусла-самопливу після зброджування червоного винограду. Запропонований спосіб [6] передбачає використання м'язги червоних сортів винограду для забарвлення підбродженого сусла білого винограду. При цьому для виробництва червоних вин використовується тільки сусло-самоплив, а для рожевого всі фракції білого недобродженого сусла.

Основні матеріали дослідження. Проведені дослідження різних способів виробництва рожевих вин:

1. Переробка винограду сорту Піно Нуар по-білому способу. З винограду отримували свіже сусло і піддавали освітленню і бродінню насухо. Отримані виноматеріали знімали з осадів.

2. Короткочасне настоювання сульфітованої м'язги сорту Піно Нуар, з наступним відділенням сусла і бродінням по-білому способу.

3. Короткочасне підброджування на м'яззі сорту Піно Нуар, з наступним відділенням недоброду і доброджуванням отриманого сусла насухо.

4. Купажування білих та червоних сортів винограду у різних пропорціях і бродіння отриманої м'язги.

5. Від винограду сорту Піно Нуар відділяли сусло-самоплив і пресові фракцій. Отримане сусло додавали до збродженої м'язги винограду сорту Піно Нуар після відділення від неї червоних виноматеріалів. Отриману в різних пропорціях суміш, зброджували впродовж 5 діб, після чого відділяли сусло від м'язги, проводили доброджування насухо і знімали з дріжджових осадів.

В результаті проведених експериментів були отримані виноматеріали різного ступеня забарвлення. Визначені оптимальні умови проведення вказаних способів для отримання типових рожевих вин. Для цього визначали основні фізико-хімічні показники виноматеріалів, вміст фенольних і барвних речовин, а також показники кольору отриманих зразків. Результати найбільш оптимальних технологічних рішень приведені в табл. 1 і 2.

Як видно з даних табл. 1 отримані сухі столові виноматеріали із вмістом цукру не вище 1,5 г/дм^3, з середніми показниками вмісту спирту 11,65 % об. і титрованої кислотності 6,3 г/дм^3.

Серед отриманих зразків найменший вміст фенольних речовин і антоціанів мають зразки, отримані прямим пресуванням і найменшим терміном настоювання на м'яззі. Колір цих зразків відповідав рожевим винам, але у випадку прямого пресування отримане дуже бліде рожеве забарвлення. Зразки, отримані при більш тривалому настоюванні м'язги і при підброджуванні на м'яззі по кольору дуже близькі до червоних вин. Навіть нетривале підброджування на м'яззі дає

насичений вишневий колір.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники і характеристика виноматеріалів, отриманих із застосуванням різних технологічних прийомів

№	Найменування способу виробництва	Вміст цукрів г/дм^3	Об'ємна частка спирту, % об.	Вміст титро-ваних кислот, г/дм^3	Вміст феноль-них речовин, г/дм^3	Вміст антоці-анів, мг/дм^3
1	Переробка по-білому	1,1	11,73	6,2	0,25	54,0
2	Настоювання на м'яззі 4 год.	1,5	11,67	6,1	0,35	98,0
3	Підброджування сусла на м'яззі до 24 год.	1,2	11,69	6,4	0,50	132,0
4	Купажування білих та червоних сортів 9:1	1,4	11,63	6,3	0,45	156,0
5	Підброджування свіжого сусла на м'яззі (50 % від початкового об'єму)	0,9	11,70	6,2	0,40	110,0

Порівняльну оцінку отриманих виноматеріалів та вин проводили на основі отриманих даних про інтенсивність забарвлення, відтінок кольору. Результати отриманих даних наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив технологічних прийомів на забарвлення дослідних рожевих вин

№	Найменування способу виробництва	Інтенсивність забарвлення	Відтінок кольору	Яскравість, %
1	Переробка по-білому	0,556	0,865	74,20
2	Настоювання на м'яззі 4 год.	0,803	0,799	64,00
3	Підброджування сусла на м'яззі до 24 год.	0,998	0,646	52,35
4	Купажування білих та червоних сортів 9:1	0,976	0,632	50,70
5	Підброджування свіжого сусла на м'яззі (50 % від початкового об'єму)	0,890	0,690	57,30

Встановлено, що типові рожеві виноматеріали виходять при переробці по-білому способу червоного сорту винограду Піно Нуар.

Близькими за забарвленням та органолептичними характеристиками до типових рожевих вин були зразки, отримані при підброджуванні свіжого сусла на м'яззі від червоних виноматеріалів, а також при нетривалому настоюванні м'язги. Показник інтенсивності забарвлення виноматеріалів у дослідних зразках збільшувався при збільшенні терміну настоювання, або підброджування.

Відповідно до візуальної оцінки найкращим виявився зразок, отриманий при бродінні свіжого сусла на м'яззі від червоних виноматеріалів. Близькі значення інтенсивності мали зразки, отримані при настоюванні на м'яззі, а також при купажу білих та червоних сортів винограду у співвідношенні 9:1.

Показник відтінку забарвлення знаходиться у зворотній залежності від показника інтенсивності, що свідчить про превалювання кількості антоціанів, які відіграють важливу роль у формуванні виноматеріалів. Частка антоціанів у червоному кольорі у зразку, отриманому при бродінні свіжого сусла на м'яззі від червоних виноматеріалів була значно вищою, ніж у зразку, отриманому при переробці по-білому способу, що свідчило про руйнування мінімальної кількості антоціанів при приготуванні вин даним способом.

Висновки. В результаті проведених експериментів встановлено, що традиційний спосіб прямого пресування дає типове рожеве вино, але блідо-рожевого кольору. Способи короткочасного настоювання і підброджування м'язги також дають типові рожеві вина, але необхідна тривалість настоювання і підброджування може варіювати у широких межах, в залежності від сорту винограду, накопичення барвних речовин, залежно від кліматичних умов та інших чинників. Спосіб купажування білих та червоних сортів винограду не придатний для виробництва високоякісних рожевих вин і рекомендується для виробництва ординарних вин масового випуску. Найбільш ефективним з точки зору можливості контролювання показників забарвлення рожевих вин є спосіб бродіння свіжого сусла на м'яззі після отримання червоних виноматеріалів.

Список використаних джерел

1. OIV Press. Focus: Evolution of the world wine production and consumption by colour / Веб-сайт. URL: https://www.oiv.int/press/focus-evolution-world-wine-production-and-consumption-colour (дата звернення 14.05.2024).

2. Observatoire Mondial du Rosé. Synthèse des données / Веб-сайт. URL: https://www.observatoiremondialdurose.com/pdfs/summary-2024-rose-world-wines-tracking-datas-2022.pdf (дата звернення 14.05.2024).

3. Pascal Ribéreau-Gayon, Denis Dubourdieu, Bernard Donèche, Aline Lonvaud. Traité d'oenologie. Tome 1. Microbiologie du vin. Vinifications. Dunod Éditions, 7e édition. 2020. 736 p.

4. EUR-Lex. Access to European Union law / Веб-сайт. URL:

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32002R0753 (дата звернення 14.05.2024).

5. Ковалевський К.А., Ксенжук Н.І., Сльозко Г.Ф. Технологія і техніка виноробства: навч. посіб. Київ: Інкос, 2004. 560 с.

6. Ковалевський К.А., Мамай О.І., Валько П.М., Яковенко Т.О. Раціональні схеми переробки білих і червоних сортів винограду на червоні і рожеві вина. *Вісник ХНТУ.* Херсон. 2018. №4(67). С. 168–172.

УДК 631.363.2.636

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ

Болтянський Б.В., к.т.н.,
Стариченко А.С., здобувач СВО Магістр
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

Постановка проблеми. Виходячи з потреб України на сучасному етапі розвитку виробничих відносин, необхідності збереження енергоресурсів, поліпшення якості та розширення асортименту продовольчих товарів, рішення проблеми децентралізації переробки зерна в автономних умовах фермерських господарств та малих переробних підприємств можливе шляхом їх забезпечення технічними засобами конкретного технологічного призначення та завершеного технічного рішення [1].

За допомогою більшості існуючих кормовиробничих машин задовільно вирішуються питання механізації приготування кормів, але не завжди це відповідає зоотехнічним, технологічним і технічним вимогам. Вони енергоємні, громіздкі, малопродуктивні і вимагають великих витрат праці та коштів [2]. Тому спеціалісти господарств відчувають величезні труднощі при виборі обладнання, відновлення або нової організації виробництва комбікормів.

У світлі сказаного вище очевидно: необхідні сучасні технології і процеси приготування кормів, які здатні забезпечити істотне зростання ефективності кормовиробничого обладнання.

Основні матеріали дослідження. Задовольнити високим сучасним вимогам і реалізувати відзначені перспективні напрямки вдосконалювання обладнання можуть лише нові типи машин, засновані на принципах дії, що якісно відрізняються від традиційних. Пошук

сучасних конструктивних і технологічних рішень окремих видів обладнання повинен ґрунтуватися на спеціальних моделях.

При розробці обладнання для класифікації й сепарації сипучих матеріалів можна використовувати модель ідеального гравітаційного сепаратора Н.Е. Авдєєва [3].

При вдосконалюванні конструкцій дробарок для одержання максимальної однорідності подрібненого матеріалу необхідно застосовувати його подачу на подрібнення з попередньою сепарацією на фракції за допомогою щілинних поділяючих отворів, розгінних і направляючих поверхонь [3,4].

При вдосконаленні зволожувача комбікормів найбільш ефективно змішувати комбікорм з рідиною в падаючому потоці при дрібно дисперсному розпиленні рідини [3].

Все вищевикладене дозволяє зробити висновок, що в даний час відсутні ефективні технології і технічні засоби, що інтенсифікують процес приготування комбікормів в умовах сільськогосподарських підприємств. Тому, у технологічних процесах приготування комбікормів слід впроваджувати гравітаційні процеси.

Метою даної роботи є вдосконалення технологічного процесу приготування комбікормів з розробкою обладнання з інтенсифікуючими робочими органами на основі використання гравітаційних процесів при сепарації, подрібненні та зволоженні кормових матеріалів.

Одна із перших і найважливіших технологічних операцій при прийманні, переробці і зберіганні зерна є сепарування, тобто розділення сипучих матеріалів на фракції, які відрізняються властивостями частинок. Від попереднього очищення зерна (сепарування) залежить завантаження, продуктивність, і ефективність роботи машин при наступних операціях обробки і переробки зерна і техніко-економічні показники підприємства [4,5].

Аналіз розвитку обладнання для процесу сепарації зерна виявив його особливість, що полягає в збільшенні питомої енергоємності сепараторів зі зменшенням їх продуктивності. Негативність цієї тенденції виявляється особливо гостро зараз, коли основний обсяг робіт по очищенню і переробці зерна і продуктів його подрібнення виконується безпосередньо виробником, що обумовлює підвищений інтерес до малогабаритного, з малої питомої енергоємністю обладнання.

Встановлено, що підвищення ефективності роботи зерноочисних решіт та зниження енергоємності процесів розділення сипких матеріалів може бути забезпечено при їх веденні в гравітаційному полі тільки за рахунок потенційної енергії продукту, піднятого на висоту завантажувального пристрою сепаратора [3].

Тому запропоновано для збільшення пропускної здатності сепаратора та інтенсифікації процесу, проводити гравітаційне

сепарування за допомогою щілинного отвору, розташованого перпендикулярно напрямку руху суміші, з довжиною, що обмежується тільки габаритами поділяючої поверхні, виконаної у формі кривої брахистохронної властивості.

Для дотримання агротехнічних вимог контрольованих параметрів при роботі розробленого гравітаційного сепаратора проведено теоретичний аналіз процесу функціонування основних робочих органів з метою обґрунтування діапазону оптимальних конструктивно-технологічних параметрів. В результаті отримано аналітичні вирази, за якими обґрунтовані оптимальні конструктивно-технологічні параметри гравітаційного сепаратора.

Підвищити ефективність подрібнення зерна можна за рахунок багатоступеневого подрібнення та видалення подрібнених часток із дробильної камери при переході від однієї ступені подрібнення до другої, що означає, відсутність переподрібнення матеріалу й відбувається зменшення маси циркулюючого навантаження. А для ефективного подрібнення зерна необхідно спрямований його рух назустріч робочого органу для здійснення прямого удару. Причому прямий удар необхідно здійснювати тонкими молотками, наприклад, у вигляді пальців, стрижнів [3-5].

На підставі вищенаведеного та за результатами власних досліджень нами розроблено спосіб подрібнення зерна, який реалізується таким чином (рис. 1).

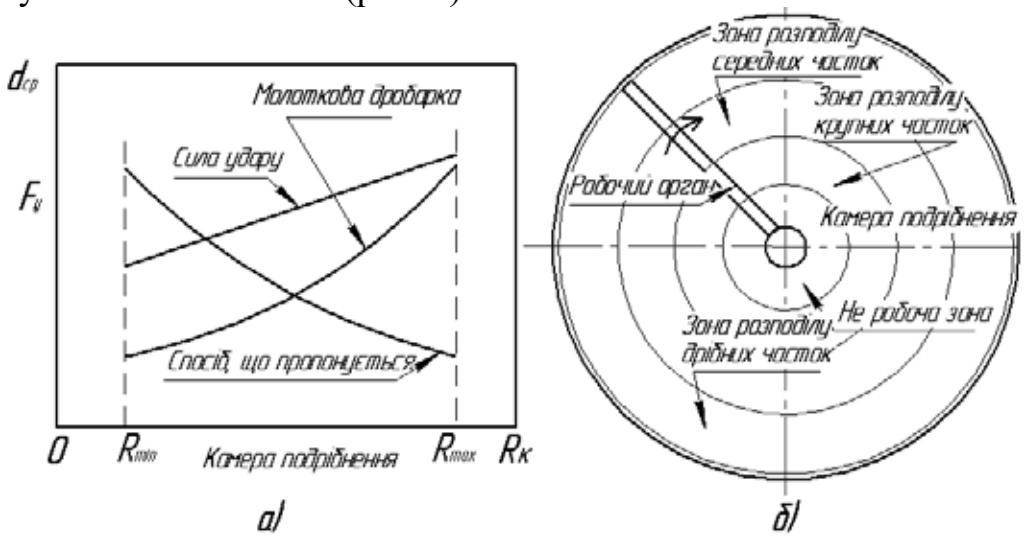


Рис. 1. а) – графіки розподілу часток зерен по розміру та сили удару у зоні подрібнення; б) – розподіл фракцій зерен по камері подрібнення.

Попередньо очищене від домішок зерно подається гравітаційне на попередню сепарацію зерна на фракції по розмірах за допомогою поверхонь брахистохронної властивості з щілинними отворами. Сепарація зерна за допомогою поверхонь брахистохронної властивості з щілинними отворами забезпечує виділення спочатку фракцій зерна

великих розмірів, потім середніх та дрібних. Це забезпечує раціональний режим завантаження камери подрібнення від центра до периферії, що відповідає розподілу сили удару на подрібнення для кожної фракції (по способу, що пропонується) на відміну від молоткової дробарки.

Введення біологічно-активних рідких компонентів, мікродобавок і жирів в комбікорми знижує кількість пилоподібної фракції в комбікормі, збільшуючи тим самим його кормову цінність.

Для одержання корму високої вологості (до 70%) необхідні компактні пристрої великої продуктивності, у яких би були відсутні змішуючи органи, що працюють в масі вологого корму. Результати досліджень показали, що найбільш ефективно змішувати комбікорм з рідиною в падаючому гравітаційному потоці.

Висновки. На підставі викладеного вище можна констатувати, що рішення наукової проблеми – підвищення ефективності технологічного процесу приготування комбікормів з розробкою обладнання з інтенсифікуючими робочими органами на основі використання гравітаційних процесів при сепарації, подрібненні та зволоженні кормових матеріалів, а також оптимізація параметрів і режимів роботи основних робочих органів, має важливе народногосподарське значення і вносить значний вклад у прискорення науково-технічного прогресу і розвитку комбікормового виробництва.

Список використаних джерел

1. Alexander Skliar, Boris Boltyanskyi, Natalia Boltyanska, Denis Demyanenko. Research of the cereal materials micronizer for fodder components preparation in animal husbandry // *Modern Development Paths of Agricultural Production (Scopus).* Springer Nature Switzerland AG. 2019. P. 249–258.

2. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О., Сиротюк С.В. Аналіз структури витрат енергії при виробництві сільськогосподарської продукції. *Матеріали І Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі»*. Мелітополь, ТДАТУ. 2020. С. 436–442.

3. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

4. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Альтернативні напрями енергозбереження в домогосподарствах населення. *Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств. Проблематика 2023: «Функціонування сільськогосподарських підприємств на засадах циркулярної економіки»*: *матеріали XII Міжнар. наук.-практ. інтернет конференції.* Дубляни, Львів, ЛНУП: Галицька видавнича спілка. 2023. С. 26–30.

5. Boltianskyi B., Sklyar R., Boltyanska N., Boltianska L., Dereza

S., Grigorenko S., Syrotyuk S., Jakubowski T. The Process of Operation of a Mobile Straw Spreading Unit with a Rotating Finger Body-Experimental Research. *Processes.* 2021. 9(7). 1144.

УДК 664.681

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ У ВИРОБНИЦТВІ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Воронін О.А., аспір.,
Кошель О.Ю., д.ф., доц.,
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. Сучасна харчова промисловість, зокрема кондитерський сектор, стикається з необхідністю пошуку альтернативних інгредієнтів, здатних замінити яйця в рецептурах бісквітних виробів. Попит на веганські та дієтичні продукти зумовлює актуальність досліджень рослинних піноутворювачів, які можуть виконувати функції яєць. У цьому контексті розглядаються як грибні екстракти, так і нішеві культури як можливі замінники, що можуть забезпечити бажані органолептичні властивості і фізичну структуру кінцевого продукту.

Основні матеріали дослідження

1. Грибні піноутворювачі як альтернатива яйцям

Дослідження, проведене Одеським національним технологічним університетом, фокусується на використанні екстракту печериці двоспорової як альтернативного піноутворювача. Екстракт водорозчинних речовин печериці демонструє високий потенціал для застосування в бісквітному тісті завдяки його здатності створювати стійку піну. Експерименти показали, що печеричний екстракт забезпечує текстуру та об'єм, подібні до традиційного використання яєць, що важливо для збереження органолептичних характеристик бісквітних виробів [1].

2. *Нішеві культури як замінники пшеничного борошна*

Інше дослідження аналізує можливості застосування борошна з таких нішевих культур, як спельта, нут і конопля. Дослідження вказує на те, що такі замінники не лише збагачують вироби поживними речовинами, але й сприяють формуванню стабільної структури піни в тісті. Встановлено, що вироби з цими компонентами мають високу стабільність піни, а також однорідну структуру, що забезпечує привабливий зовнішній вигляд і текстуру продукту [2].

3. *Аналіз замінників яєць у кондитерських виробах*

Ряд сучасних досліджень, зокрема оглядові роботи, присвячені використанню рослинних білків та гідроколоїдів у ролі піноутворювачів, свідчить про перспективи рослинних компонентів як альтернативи яйцям. Особлива увага приділяється їх здатності стабілізувати піну, що дозволяє отримувати пористу та однорідну структуру у кондитерських виробах без використання тваринних продуктів.

Додатково до досліджень екстрактів печериць і борошна нішевих культур, сучасні альтернативні піноутворювачі, такі як аквафаба, соєві білкові ізоляти та насіння льону, демонструють високу ефективність у виробництві бісквітних виробів. Аквафаба, отримана з нуту, надає стабільну і легку текстуру, яка за своїми властивостями нагадує білок яєць. Дослідження, проведене в Національному університеті харчових технологій, підтверджує, що аквафаба з нуту після збивання утворює стійку піну, що робить її придатною для використання в кондитерських виробах, таких як зефір [3]. Соєві ізоляти завдяки високому вмісту білка забезпечують стабільну піноутворювальну здатність, що дозволяє використовувати їх у промисловому виробництві як заміну яєць. Це робить їх оптимальними для отримання пористої, легкої текстури в бісквіті, водночас збагачуючи продукт рослинним білком. Соєвий білок також покращує зв'язуючі властивості тіста, що сприяє кращій структурі й об'єму виробів після випікання.

Насіння льону та чіа, які утворюють гелеподібну структуру при взаємодії з водою, також активно використовуються для стабілізації тіста, підвищуючи його в'язкість і покращуючи текстуру. Льон і чіа є багатими на омега-3 жирні кислоти та клітковину, що додає бісквітам не лише м'яку, вологу текстуру, а й підвищену харчову цінність. Завдяки цим властивостям бісквіти з додаванням насіння льону та чіа зберігають свіжість і мають привабливий зовнішній вигляд, що робить ці компоненти особливо цінними для виробів із тривалим терміном зберігання та для задоволення попиту на продукти з поліпшеним складом для здорового харчування.

Висновки. Проведені дослідження підтверджують високу ефективність рослинних піноутворювачів у виробництві бісквітних виробів як замінників яєць, що відповідає вимогам сучасного ринку, орієнтованого на веганські та дієтичні продукти. Використання екстрактів печериць, аквафаби, соєвих білкових ізолятів, а також борошна з нішевих культур і насіння льону та чіа дозволяє досягти оптимальної структури, об'єму і текстури бісквітних виробів. Грибні екстракти й нішеві культури збагачують продукти поживними речовинами, підвищують їхню харчову цінність та забезпечують необхідну стабільність піни.

Аквафаба з нуту демонструє схожі до яєць властивості, утворюючи стабільну піну і поліпшуючи текстуру виробів, а соєві ізоляти завдяки високому вмісту білка забезпечують легку та пористу

текстуру, необхідну для бісквітів. Насіння льону та чіа додають виробам м'якість і вологість, а також підвищують їхню харчову цінність, що є привабливим для споживачів, які прагнуть до здорового харчування. Використання цих інгредієнтів у рецептурах не лише задовольняє вимоги до якості кондитерських виробів, але й підтримує екологічну стійкість, знижуючи залежність від тваринних продуктів та сприяючи розвитку сталого виробництва.

Список використаних джерел

1. Бондар, О.Ю. Використання піноутворювачів грибного походження в технології бісквіта / О.Ю. Бондар, О.В. Нікітіна; наук. кер. К.Г. Іоргачова, О.М. Котузаки // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учен. і студ., Харків, 2 квіт. 2015 р. / ХДУХТ. – Харків, 2015. Ч. 1. С. 62.

2. Сова, Н. А., & Свисенко, О. В. (2024). Використання борошна нішевих культур у технології бісквітних напівфабрикатів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (6), 176-185. https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.6.20

3. Грицайова А. О., Гораш О. А., Кохан О. О., Камбулова Ю. В. Розробка технології органічного зефіру на основі рослинного піноутворювача // Харчова промисловість. 2022. №31–32. С. 63–70.

УДК 664.76

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕЛЕНОЇ ГРЕЧКИ ЯК ДЖЕРЕЛА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ

Пономаренко В.І., аспірант,
Кошель О.Ю., д. ф., доц.
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. У структурі харчування сучасної людини використовується безліч природних та штучних харчових продуктів, і відомо про існування величезної кількості різних дієт. Проте останніми роками у це харчове різноманіття все впевненіше інтегруються так звані функціональні продукти. Основна відмінність цих продуктів від традиційних полягає не тільки у їх поживних властивостях, а й у спрямованому впливі на функціональну активність окремих органів і систем організму з профілактичною та лікувально-оздоровчою метою [1].

Одним із таких функціональних продуктів, популярність якого зростає на хвилі поширення культури здорового харчування, є зелена гречка. Її корисні властивості значно переважають звичайну (термічно оброблену) гречку, оскільки зелена гречка не піддається додатковій тепловій обробці, що дозволяє зберегти більше корисних речовин. Крім того, на відміну від багатьох злаків, гречка не містить глютену (клейковини) – білка, що спричиняє алергічні реакції та інші непереносимості у частини населення [2].

Враховуючи ці особливості, виникає необхідність дослідити зелену гречку як перспективний функціональний продукт, який може забезпечити організм не лише базовими поживними речовинами, але й сприяти загальному оздоровленню та профілактиці захворювань.

Основні матеріали. Зелена гречка — це необроблена крупа, яка зберігає всі корисні властивості натурального зерна, зокрема потужні антиоксидантні властивості. Вона вирізняється привабливим світло-зеленим кольором, зниженою калорійністю у порівнянні з коричневою гречкою та відмінними органолептичними властивостями: у свіжому вигляді має приємний хрусткий смак, а після приготування стає дуже м’якою та ніжною. Зелена гречка також популярна для пророщування, що додатково посилює її поживну цінність, і широко використовується для приготування борошна та пластівців [3].

Хоч зелена і коричнева гречка походять з одного й того ж зерна, їхня різниця полягає у способі обробки. Зелена гречка – це сирі, необроблені зерна, тоді як коричнева гречка піддається термічній обробці. Така обробка дозволяє продовжити термін зберігання крупи та полегшити її приготування, але водночас знижує вміст деяких вітамінів та мікроелементів.

Зелена гречка є більш твердою і вимагає більше часу для приготування, адже необроблені зерна розварюються неоднорідно: верхній шар стає дуже м'яким, а внутрішня частина може залишатися твердою, що надає готовій крупі дещо слизької консистенції. Коричнева гречка вариться рівномірніше і має м'яку структуру завдяки попередній термічній обробці. Також смакові якості двох видів крупи відрізняються: зелена гречка має свіжий, трав’янистий та ніжний смак, тоді як коричнева має характерний підсмажений, горіховий присмак [4].

Зелена гречка — простий на перший погляд зерновий продукт, але її користь для здоров'я є значною, завдяки унікальному складу корисних речовин, які позитивно впливають на організм людини. Вона поєднує високу поживну цінність з широким спектром цілющих властивостей, роблячи її надзвичайно важливим елементом здорового харчування.

1. Багатство вітамінів і мінералів. Зелена гречка містить широкий комплекс вітамінів,які підтримують обмін речовин, здоров’я шкіри та імунну функцію. Вона також є джерелом важливих мінералів,

які сприяють здоров’ю кісток, серцево-судинної та нервової систем.

2. Антиоксидантна дія. Зелена гречка багата на антиоксиданти, які допомагають боротися зі стресом від впливу вільних радикалів, знижуючи ризик розвитку захворювань, пов’язаних із передчасним старінням клітин та хронічними запаленнями.

3. Підтримка імунітету. Збалансований склад корисних речовин у зеленій гречці зміцнює імунну систему, забезпечуючи організм необхідними компонентами для ефективної боротьби з інфекціями та різними захворюваннями.

4. Покращення травлення. Завдяки високому вмісту клітковини, зелена гречка сприяє нормалізації роботи травного тракту, підтримуючи регулярність у роботі кишківника, допомагаючи знизити ризик захворювань шлунково-кишкового тракту, дизентерії та хронічної діареї.

5. Позитивний вплив на рівень цукру в крові. Зелена гречка має середній глікемічний індекс (близько 54), що робить її корисною для стабілізації рівня цукру в крові, особливо для людей з цукровим діабетом. Регулярне вживання допомагає нормалізувати рівень глюкози, а також може сприяти зниженню рівня холестерину в крові.

6. Джерело легкозасвоюваного білка. Зелена гречка містить легкозасвоювані білки, які за складом амінокислот наближені до білків тваринного походження, тому вона є чудовою рослинною альтернативою м'ясу та сприяє підтримці м’язової маси.

7. Сприяння виведенню зайвої рідини з організму. Вживання зеленої гречки допомагає виводити надлишкову вологу з організму, зменшуючи набряки та поліпшуючи загальне самопочуття.

8. Серцево-судинна підтримка (завдяки рутину). Пророщена зелена гречка багата рутином — флавоноїдом, що зміцнює стінки капілярів і сприяє здоров'ю артерій і вен. Це особливо корисно для профілактики серцево-судинних захворювань.

9. Зміцнення волосся і нігтів. Вітаміни та мікроелементи зеленої гречки, зокрема вітаміни групи В та залізо, зміцнюють структуру волосся і нігтів, сприяючи їх здоров’ю та росту.

Завдяки високому вмісту клітковини, вітамінів, антиоксидантів та мікроелементів вона позитивно впливає на загальний стан організму, сприяючи збереженню здоров'я та підтримці життєвої енергії [5,6].

Висновок. Таким чином, зелена гречка може запропонувати значні переваги для здоров'я, зберігаючи всі корисні речовини натурального зерна, що робить її цінним функціональним продуктом для профілактичного харчування. Зелена гречка є не лише цінним поживним продуктом, але й природним засобом профілактики багатьох захворювань.

Список використаних джерел

1. Попова І.В., Азаренко Ю.М. Обґрунтування складу

натурального яблучного оцту з функціональними властивостями. *Технологічні та біофармацевтичні аспекти створення лікарських препаратів різної направленості дії:* Міжнародна науково-практична конференція, НФУ.

2. Horodetska, I., Kambulova, Y., Kokhan, O., Oleksiienko, N. Quality of butter cookies with the use of green buckwheat flour, chicory and ceroba. *Київ НУХТ 2020*, 54.

3. Ющенко Н., Кузьмик У., Іващук Х. Сиркові вироби із зеленою гречкою. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті*: 80 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, НУХТ.

4. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Analyzing chemical composition of buckwheat groat of different buckwheat varieties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2014. Vol. 4, no. 10(70). P. 58. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.26233 (date of access: 13.11.2024).

5. S. A. Sofi et al. Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. *Food Science & Nutrition*. 2022. URL: https://doi.org/10.1002/fsn3.3166.

6. M. N. Huda et al. Treasure from garden: Bioactive compounds of buckwheat. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 335. P. 127653. URL: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127653.

УДК

ПЕЧИВО ІЗ ДОДАВАННЯМ ПОРОШКУ КЕРОБ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Олійник-Карпець А.С., магістр,
Кошель О.Ю., д. ф., доц.
Сумський національний аграрний університет, Суми.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день існує кілька основних технологій виробництва печива з підвищеною цінністю, кожна з яких має як свої переваги, так і певні недоліки.

Збагачення білками – одна з популярних технологій, яка дозволяє підвищити харчову цінність печива шляхом додавання компонентів рослинного або тваринного білка, наприклад, соєвого, горохового або сироваткового білка. Це робить печиво корисним для людей, які споживають більше білка, наприклад спортсменів, які дотримуються дієти. Однак використання таких споживачів може вплинути на смак і

текстуру продукту, зробивши його менш привабливим для споживачів і спричинивши витрати на виробництво.

Використання зерна та клітковини є ще одним ефективним підходом, який включає використання цільнозернового борошна, висівок, напоїв та інших компонентів з високим вмістом клітковини

Таким чином, кожен із цих підходів пропонує можливість виробництва печива з високою поживною цінністю, але технології повинні ідеально досягати оптимального балансу між користю, смаком і доступністю.[1]

Основні матеріали. Печиво з додаванням ріжкового дерева та зернових – це корисний та смачний продукт, завдяки поживним властивостям натуральних інгредієнтів, таких як злаки та ріжкове дерево, з привабливим смаком та текстурою. Завдяки високому вмісту клітковини, вітамінів і мінералів, таке печиво може стати частиною здорового харчування, сприяючи нормалізації травлення і підтримці енергетичного балансу. Використання ріжкового дерева як натурального замінника какао робить цей продукт більш доступним для людей з алергією на каву або теобромін. Таким чином, печиво з ріжковим деревом і злаками є перспективним продуктом для здорового харчування, що поєднує в собі харчову цінність і чудовий смак у зручній формі.[2]

Кероб, також відомий як плід ріжкового дерева (Ceratonia siliqua), використовується як природний замінник какао. Воно має солодкий м’який смак із легкими карамельними нотками та меншою гіркотою, ніж какао, що робить його привабливим для людей, які уникають стимуляторів (кофеїну та теоброміну) у какао. Ріжкове дерево широко використовується в кондитерській промисловості як наповнювач для виготовлення печива, шоколаду, напоїв та інших виробів.

Через свій хімічний склад ріжкове дерево має низьку користь для здоров'я. Високий вміст харчових волокон, антиоксидантів, вітамінів і мінералів робить його корисним для поліпшення травлення, серцево-судинної системи та зміцнення. Низький вміст жирів і наявність кофеїну і теоброміну роблять ріжкове дерево альтернативою для людей з чутливістю до цих речовин. Отже, ріжкове дерево є перспективним ресурсом для створення продуктів підвищеної харчової цінності, зокрема низькокалорійних та дієтичних кондитерських виробів, що відповідають вимогам сучасного ринку здорового харчування.

Таким чином, застосування порошку кероб у здобному печиві може бути перспективним напрямком для покращення якості продукту та розширення його асортименту. Однак, перед виробництвом продукту, необхідно провести детальні дослідження в галузі технологічного процесу та створення нових рецептур, щоб досягти максимального ефекту від застосування кероб у виробництві здобного печива [3].

У рецептурі борошняних кондитерських виробів може

використовуватися як натуральний замінник какао-порошку, підвищуючи харчову та біологічну цінність виробів. Ріжковий горіх належить до функціональних продуктів харчування завдяки своїм профілактичним властивостям, зумовленим його хімічним складом [4]. Розробка удосконаленої рецептури печива є перспективною, оскільки цей кондитерський виріб є досить популярним і легко піддається модифікації рецептури. Для збагачення печива доцільно використовувати порошок керобу, оскільки він робить його менш калорійним та зменшує вміст цукру (за рахунок зменшення кількості або повного виключення підсолоджувачів) [5].

Список використаних джерел

1. Food Applications of Kelp Powder: A Review. Jang JY, Lee JY, et al. Journal of Food Science. 2017;82(6):1458–1463.
2. Seaweed Powder as a Potential Functional Ingredient in Baked Goods. McHugh DJ. Food Chemistry. 2003;84(2):293-297.
3. Incorporating Seaweed Powder in Biscuit Formulations to Enhance Nutritional Value. Betancur-Ancona D, Quiroz-Moreno A, et al. European Food Research and Technology. 2011;233(3):361–370.
4. The Use of Seaweed Powder in Cookies for Increased Nutritional Content. Singh R, Kumar S. Journal of Food Science and Technology. 2015;52(6):3399-3406.
5. Effects of Seaweed Powder Addition on Sensory Characteristics and Nutritional Composition of Cookies. Perez-Escamilla R, Segurado P, et al. Journal of Food Science. 2020;85(9):2916–2923.

УДК 664.73.05

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ГРАВІТАЦІЙНИЙ ДОЗАТОР СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Серпутько Р.С., аспірант
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів.

Постановка проблеми. Питання дозування, та вимірювання ваги матеріалів є, та матиме актуальність на довгі роки вперед. Вимірювання, необхідної ваги матеріалу, можна зустріти майже в кожній галузі діяльності. Від дрібних, мікроскопічних речовин, до над величезних мас, речовин, агрегатів, матерій. Тому шукати найоптимальніші та найефективніші рішення, з цих напрямах є постійним сьогоденним питанням.

Для пошуку та визначення найоптимальніших параметрів зважування, доцільно розробляти, нові конструкції, схеми, масштабовані моделі, установки.

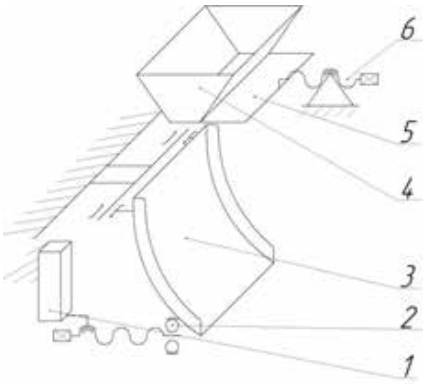


Рис. 1. Схема експериментальної установки

Це дає змогу провести експеримент, для отримання наочних результатів, та використання даних результатів, у подальшій науковій роботі, та створенні і впровадженні виробничих зразків обладнання.

Основні матеріали дослідження. Виходячи з інформації [1, 2], для розкриття теми гравітаційного дозування, було розроблено схему рис. 1 . Яка демонструє основні елементи дозатора, та є початковою складовою для створення 3D моделі, на основі якої можливе виготовлення експериментальної установки.

Схема складається з наступних елементів: тензометричний давач 1, який буде знімати основні характеристики, від параметритів яких будемо відштовхуватись для оптимізації, конструкції, побудови математичної моделі. Гвинт гайка 2 на одному кінці якого розміщений сферичний підшипник, для мінімізації тертя у точці контакту, з робочим елементом дозатора, та можливості гнучкого регулювання положення прикладання зусилля до тензометричного давача 1. Робочий зважувальний орган дозатора 3, крива, яка сприймає потік зусилля сипкого матеріалу, та передає це зусилля через пару гвинт-гайка 2 до давача 1. Бункер для сипких матеріалів 4. Шибер 5 який відкриває перетин вихідного вікна бункера 4. Гвинт-гайка 6 для тонкого регулювання відкриття вихідного вінка бункера 4. Тонке регулювання дає можливість контролювати зусилля потоку сипких матеріалів.

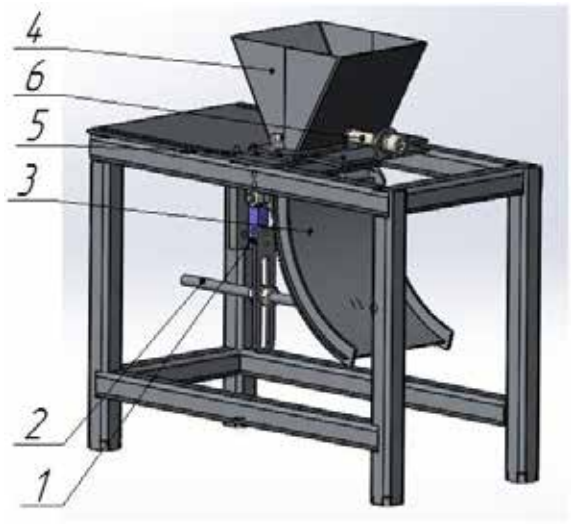


Рис. 2. 3D модель експериментальної установки

Опираючись на схему рис. 1 та її особливості елементів, які складають конструкцію, було розроблено 3D модель, представлену на рис. 2.

Основний принцип роботи експериментально установки наступний. До бункера 4 завантажується сипкий матеріал за допомогою шибера 5 та тонкого регулювання 6 відкривається потік матеріалу, який потрапляє на робочий орган 3 який сприймає зусилля потоку та через регулювання 2 передає зусилля на давач 1 для отримання характеристики зусилля.

Висновки. Провівши розробку схеми, 3D моделі, та виготовивши установку, постає можливість у проведені експерименту, що дасть змогу отримати дані, для оптимізації, моделі гравітаційного дозатора сипких матеріалів.

Список використаної літератури

1. Zain, J. D., Zivkovic, V. *Bulk Solids Handling and Processing Technologies.* Springer, 2015.

2. Popov, K. P. *Fluid and Bulk Material Mechanics: Theory and Applications.* Wiley, 2017.

УДК 664.8/09

ВИРОБНИЦТВО ПОРОШКОПОДІБНИХ НАПОВНЮВАЧІВ НА ОСНОВІ КАРОТИНОЇДОВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Хижинська І.О., здобувач СВО «Магістр»,
Шевченко А.В. здобувач СВО «Магістр»,
Стоянова О.В., к.т.н., доц.,
Зубкова К.В., к.т.н., доц.,
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький.

Постановка проблеми Консервні підприємства переробляють овочеву сировину, яка містить багато каротину, це: морква, гарбуз, томати, червоний перець, шпинат, броколі. Актуальною проблемою є

переробка відходи (до 32 %). Шкірка гарбуза є корисним джерелом β-каротину, тому додавання її до різних харчових продуктів суттєво впливає на колірні характеристики. Харчування продуктами з високим вмістом каротиноїдів захищає від раку, позитивно впливає на шкіри, зменшує симптоми напруги очей та покращити зір, **надає anti-age-ефект,** підтримує імунітет [1]. Особливе місце серед консервованих продуктів займають порошки. Вони відрізняються низьким вмістом вологи, незначним об'ємом і є концентратом натуральних вітамінів та інших БАР [2]. Тому розробка технологій та науково обґрунтованих рецептур харчових продуктів з підвищеним вмістом каротиноїдовмісної овочевої сировини є актуальним завданням.

Основні матеріали дослідження. Сушіння є оптимальним способом одержання продуктів тривалого зберігання при максимальному збереженні їх вихідної якості, без використання консервантів та харчових добавок. На сьогоднішній день існують різні способи сушки. Найпоширенішими є наступні: сублімаційна із застосуванням кріодеструкції, конвективна, кондуктивна, високочастотна, інфрачервона тощо. Результати літературного огляду показали, що науковці досліджували способи виготовлення харчових продуктів (напоїв, варення, хлібобулочних та ковбасних виробів) з додаванням порошкоподібних наповнювачів на основі каротиноїдовмісної сировини [3]. Результати наукових досліджень показують, що додавання каротиноїдовмісної овочевої сировини значно підвищує вітамінні та антиоксидантні властивості харчових продуктів у різних галузях промисловості [4]. Подібні порошки можна додавати в багато продуктів харчування: кондитерські вироби, хлібобулочні вироби, соуси, джеми, м'ясні та рибні страви, молочні продукти, що дозволяє підвищити їх харчову та біологічну цінність.

Метою роботи є визначення перспективного способу переробки відходів каротиноїдовмісної сировини для виготовлення плодовочевих консервів.

Технологічна схема виробництва пюре з овочів (морква, гарбуз) асептичного консервування передбачає наступні процеси: інспекція, миття, калібрування, паротермічне очищення, доочищення, подрібнення, розварювання, протирання, гомогенізація, асептична стерилізація, фасування. Обрана технологічна схема повинна відповідати технологічним інструкціям, яка забезпечує отримання високоякісного продукту, максимальному виходу продукції та мінімальними виробничими втратами.

Технологічна схема отримання сушеного гарбузового порошку включає операції: приймання сировини (жом); гігротермічна обробка; подрібнення; сушіння; диспергування; просіювання; зважування; фасування; зберігання. Кінцева вологість сушеного гарбузового порошку повинна бути не більше 5 %, розмір частинок 0.2-1 мм.

Технологічний процес отримання морквяного порошку: моркву

після подрібнення пресують. Видавлений сік екстрагують для одержання каротину. Масу після пресування сушать протягом 2 годин при частому помішуванні, потім сушать на барабанних (валкових) сушарках до вологості 4-7 %.

Висновки. Результати дослідження дозволяють зробити висновок про доцільність використання сушеного порошкоподібного продукту для підвищення якості та розширення асортименту харчових продуктів. Наступні дослідження спрямовані на розв`язання проблеми способу сушіння відходів після протирання гарбуза (жом) при виготовленні плодоовочевих консервів (соуси, джеми, овочева ікра).

Список використаних джерел.

1. Сімахіна Г.О. Функціональна роль каротиноїдів та особливості їх використання в харчових технологіях. Наукові праці НУХТ. 2010. № 33. С. 45–48.

2. Пасічний В.Н. Застосування бета-каротину в харчових продуктах. М'ясний бізнес. 2006. № 5. С. 17–23.

3. D. Dutta, U. Chaudhary, R. Chakraborty. Structure, health benefits, antioxidant property, processing and storage of carotenoids. Afr. J. Biotechnol. 2005. Vol. 4. P. 1510-1520. DOI: 10.4314/ajfand.v4i13.71773.

4. M.F. Escalada, N.M. Ponce, C.A. Stortz, L.N.A.M. Gerschenson Rojas. Composition and functional properties of enriched fiber products obtained frompumpkin (Cucurbita moschata Duchesne ex Poiret). LWT-Food Sci. Technol. 2007. Vol. 40 (7). P. 1176–1185. DOI: 10.1016/j.lwt. 2006.08.006.

УДК 637.131

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА НА ЗАКОРДОННИХ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМАХ

Дереза С.В., ст. викл.,
Сулейманова Е.Е., здобувачка вищої освіти
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Молоко, як сировину для молочної промисловості, можна вважати якісним, якщо в ньому збережені первісні властивості, і воно може бути перероблено з максимальним використанням корисних компонентів [1,2]. Виконання цього завдання значною мірою залежить від первинної обробки молока на молочних фермах: чим ефективніше первинна обробка, тим вище якість молока і,

отже, вище ефективність всієї молочної промисловості. [3,4]. Однією з найважливіших особливостей свіжовидоєного молока є його спроможність стримувати розмноження бактерій протягом перших годин. Тому молоко відразу ж після доїння необхідно охолодити.

Основні матеріали дослідження. Одним з основних напрямків зниження енергомісткості процесу охолодження молока закордонні спеціалісти вважають використання для цих цілей обладнання з безпосереднім охолодженням (без проміжного холодоносія). Охолоджувачі з таким способом охолодження молока випускають практично усі ведучі виробники цієї продукції. Наприклад, фірма «PACKO INTERNATIONAL» (Бельгія) випускає горизонтальні танки-охолоджувачі молока безпосереднього охолодження закритого типу REM/DX. Вони представляють собою ізотермічну місткість, в якій теплоізоляційним матеріалом являється спінений поліуретан. Випарник холодильного танка виготовляється із використанням технології лазерного зварювання, а сам резервуар – виготовлено із нержавіючої сталі. Процеси охолодження і зберігання молока, промивки внутрішньої порожнини танка повністю автоматизовані. Закрита конструкція забезпечує мінімальний вплив мікрофлори корівника на молоко. Дане обладнання дозволяє визначати кількість молока в резервуарі з похибкою 0,05%.

Охолоджувачі молока із безпосереднім охолодженням випускають також фірми «Serap» (Франція) – марки FIRST SE, «Westfalia-Surge GmbH» (Німеччина) – марки KRYOS і Atlas.

На збереження якісних показників молока великий вплив має швидкість охолодження – чим швидше охолоджується молоко, тим краще. Одним із перспективних шляхів скорочення часу на охолодження є проведення його у дві стадії: на першій виконується попереднє охолодження молока, а на другій - остаточне охолодження і зберігання. Для попереднього охолодження молока використовують пластинчасті проточні охолоджувачі. Остаточне охолодження молока з його наступним зберіганням виконують у танках-охолоджувачах. Обладнання для цієї технологічної операції випускають усі ведучі виробники холодильної техніки.

Для стабілізації високих якісних показників охолоджуваного молока сучасні охолоджувачі обладнують ефективними системами автоматичної промивки і електронного контролю та управління процесом охолодження. Так, фірма «Serap» комплектує охолоджувачі молока FIRST SE системою автоматичної промивки WASH 2020, яка контролює подачу холодної і гарячої води та має функцію автоматичного забору рідких миючих засобів.

Автоматична промивка охолоджувачів Atlas фірми «Westfalia-Surge GmbH» оснащена розпилювальними головками, які обертаються і має високопродуктивний насос (подача води не залежить від тиску у водопровідній мережі) та індикацію рівня води. Висока якість

промивки забезпечується за рахунок використання системи AED (динамічна подача води) і автоматичного дозування кислотних або лужних миючих та дезінфікуючих засобів безпосередньо із місткостей для зберігання.

Електронна система контролю і керування RL 20 охолоджувача FIRST SE зберігає в пам'яті параметри трьох останніх циклів охолодження і миття. При відхиленні цих параметрів від необхідних вона подає звуковий сигнал тривоги, кожні 15 хвилин реєструє і відображає на дисплеї температуру охолоджуваного молока, здійснює діагностику поточного стану охолоджувача і інформує про виявлених неполадках.

Блок електронного управління Expert танка-охолоджувача Atlas здійснює управління і функціональний контроль танка. Усі важливі данні по роботі танка зберігаються протягом двох місяців. Додатково може бути встановлена програма Expertise, яка дозволяє здійснювати реєстрацію, представлення у графічному вигляді і аналіз збережених у блоці Expert даних. Додатково танки можуть комплектуватися електронним пристроєм вимірювання об'єму молока. Рівень заповнення вимірюється автоматично, і отримані значення виводяться на дисплей. Піна, що утворюється при заповненні резервуара, не впливає на точність вимірювань. Похибка вимірювань складає 0,2%.

Для невеликих ферм фірма «Westfalia-Surge GmbH» розробила мобільний охолоджувач молока Jet Cool місткістю 100…850 л. В його конструкції також реалізований принцип безпосереднього охолодження (встановлена потужність 0,75…1,5 кВт). Резервуар виготовляється з нержавіючої сталі. Мобільний охолоджувач може пересуватися як вручну, так і за допомогою трактора (при великій місткості). Такі мобільні охолоджувачі молока у різних конструктивних виконаннях випускають і інші фірми (наприклад, фірма «Serap»).

Висновки. На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що основними напрямками удосконалення обладнання для охолодження молока на закордонних фермах являється скорочення витрат енергії на виконання процесу охолодження, забезпечення високої якості охолодженого молока, розробка обладнання для різних по розміру підприємств.

Список використаних джерел

1. Скляр О. Г. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт / О. Г. Скляр та інш. Мелітополь: Люкс, 2019. 303 с.

2. Болтянський Б. В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б. В. Болтянський та інш. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

3. Скляр Р. В. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р. В. Скляр та інш. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.

4. Дереза С. В. Проектування та монтаж техніки агропромислового виробництва»: курс лекцій / С. В. Дереза та ін. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 196 с.

УДК 63:637.1:612.39

БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ МОЛОКА ЗА РАХУНОК НАТУРАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ

Крижак Л.М.[1], к.т.н.,
Калініна Г.П.[2], к.т.н.
[1]*Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕУ, м. Вінниця.*
[2]*Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква.*

Постановка проблеми. Молоко є першим і дуже корисним харчовим продуктом, що містить повноцінні білки (основні казеїн і альбумін), різні типи жирних кислот (наприклад, масляну кислоту) і лактозу, а також мікроелементи (особливо кальцій), антиоксиданти та вітаміни, які відіграють важливу роль у зростанні, розвитку та захисті здоров'я людини, особливо немовлят, дітей та літніх людей. Тому в усьому світі спостерігається тенденція до збільшення споживання молока та молочних продуктів.

Пастеризоване молоко має відносно короткий строк зберігання 5 – 7 діб, що залежить від технології, обладнання, режимів теплового оброблення, умов фасування та виду упаковки і безпосередньо від якості вихідного молока. Подвійна пастеризація або ультрапастеризація забезпечує кращі показники щодо збереженості молока впродовж довшого строку. Але враховуючи економічні показники щодо витрат на технологію, актуальним є пошук альтернативних методів збереження якості продуктів за зниження його собівартості. Тому одним з таких способів є використання натуральних антиоксидантів, які здатні пригнічувати ріст бактерій і водночас збагачувати продукт біологічно активними компонентами [1, 2].

Популярності набувають молочні продукти комбінованого складу сировини, до складу яких входять натуральні рослинні компоненти, які можуть бути додані у вигляді сухого порошку, екстракту, сиропу, концентрату, сублімовані форми, перероблені, консервовані [3, 4, 5].

Мета комбінування може бути різною: формування кольору,

смаку, запаху, консистенції; знешкодження мікрофлори, пригнічення її розвитку; підвищення біологічної цінності за рахунок модифікації жирового та білкового складу продукту тощо. Але за використання натуральних інгредієнтів якість і властивості молока мають бути стабільними і стійкими. Так, в роботі [6], обґрунтовано пролонгування строків зберігання молочних напоїв за додавання екстракту цикорію, екстрактивні речовини якого здатні стабілізувати казеїн під час високотемпературної пастеризації, що в свою чергу гарантує досягнення максимального ефекту пастеризації щодо знищення мікрофлори молока. При цьому екстракт цикорію виступає як органолептична так і як технологічна компонента молочного напою.

Основні матеріали дослідження. Висока ефективність пастеризації підтверджена результатами досліджень зразків молока, пастеризованого при температурі від 72 °С і вище, які вказують на відсутність пероксидази.

Значення pH зразка пастеризованого молока з додаванням екстракту кориці (*Cinnamomum burmannii*), що зберігався впродовж 21 доби (3 тижні), коливалося від 6,24 до 6,44 (рисунок 1), цей діапазон значень лежить в межах стандартних значень: 6,3-6,8. При цьому слід зазначити, що екстракт кориці не змінював значення pH при додаванні. Це показує, що додавання екстракту кориці до пастеризованого молока зберігає якість пастеризованого молока впродовж зберігання. Напевно, це пов’язано з вмістом антибактеріальних речовин екстракту кориці, які здатні пригнічувати ріст бактерій таким чином, що якість молока впродовж до 3 тижнів зберігання залишається стабільною. Середнє значення pH представлено на рис. 1.

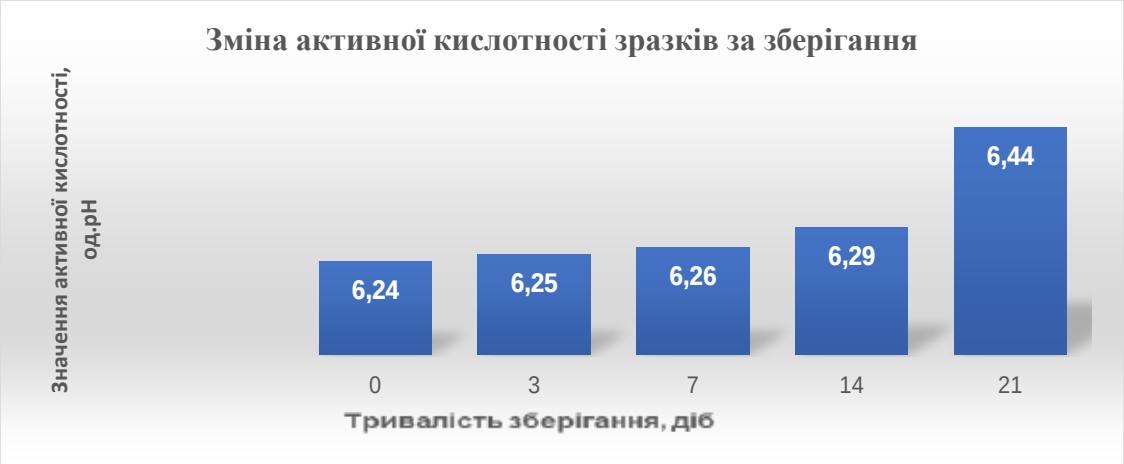


Рис. 1. Зміна активної кислотності зразків за зберігання

За результатами дослідження можна зробити висновок, що додавання 0,5% екстракту кориці до пастеризованого молока пролонгує зберігання пастеризованого молока до 21 днів. методом обчислення та аналізу кількості бактеріального забруднення харчових продуктів шляхом підрахунку колоній бактерій, які ростуть на агаризованих середовищах, визначили середню кількість колоній у

зразках пастеризованого молока з додаванням кориці впродовж зберігання, результати представлено на рис. 2.

Результати аналізу показали, що додавання екстракту кориці (*Cinnamomum burmannii*) до пастеризованого молока пригнічує розвиток бактерій, що було доведено методом аналізу антибактеріальної активності екстракту кориці проти *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus*.

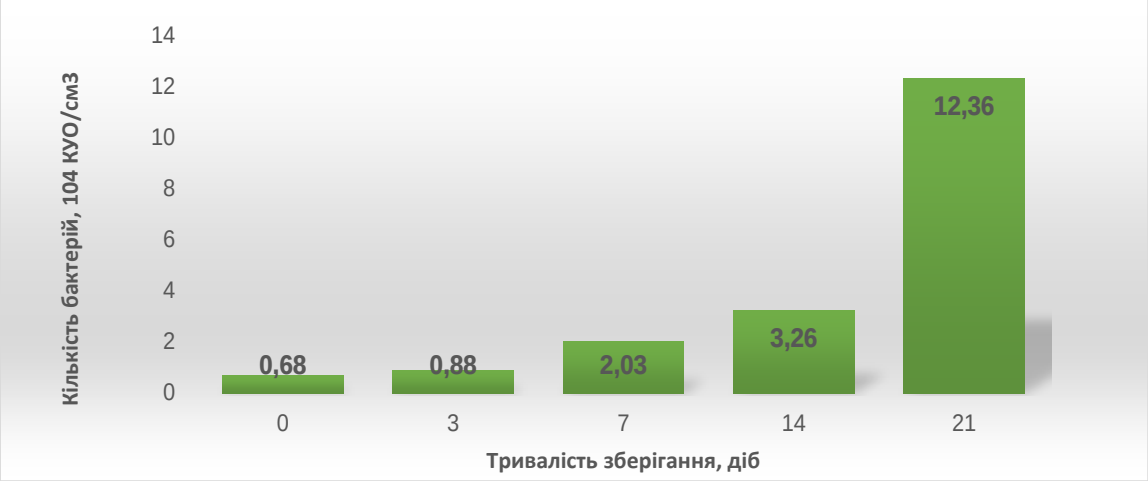


Рис. 2. Середнє значення загальної кількості бактерій

Отримані результати дослідження показали, що середня кількість бактерій коливалася від 0,8 × 10^4 КУО/$см^3$ – 17,3 × 10^4 КУО/$см^3$, що відповідає вимогам стандарту на пастеризоване молоко «ДСТУ 2661:2010 Молоко коров`яче питне. Загальні технічні умови», кількість мезофільних аеробних та факультативно- анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ) в 1,0 $см^3$ продукту, КУО, не більше ніж 1*10^5.

Але за зберіганням понад два тижні відмічено наростання кількості колоній бактерій, тому подальше зберігання є недоцільним. Тобто за тривалого зберігання екстракт кориці втрачає антимікробну активність щодо пригнічення бактерій. Це відповідає результатам аналогічних досліджень напоїв з кавою, висвітлених в роботі [7], що вміст коричного альдегіду, евгенолу і флавоноїдів в екстракті кориці можуть пригнічувати ріст мікробів.

За результатами проведених антибактеріальних випробувань за додавання 0,5% екстракту кориці виявлено інгібування бактерій *S. aureus*, але не було виявлено інгібування екстракту кориці до бактерій кишкової палички. Додавання екстракту кориці з концентрацією 0,5% до пастеризованого молока виявило антибактеріальну активність шляхом інгібування бактерій *S. aureus*, що обумовлено структурою її клітинної стінки з єдиною плазматичною мембраною, оточеною екстрактом кориці [8].

Висновки. Встановлено, що додавання екстракту кориці до пастеризованого молока інгібує розвиток бактерій впродовж зберігання продукту, при цьому якість продукту залишається стабільною.

Додавання кориці підвищує біологічну цінність молока за рахунок натуральних компонентів, не змінюючи при цьому органолептичних характеристик продукту.

Список використаних джерел

1. Cahyaningtyas A. A., Pudjiastuti W., Ramdhan I. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap organoleptik, derajat keasaman dan pertumbuhan bakteri coliform pada susu pasteurisasi. Jurnal Riset Teknologi Industri. 2016. Т. 10. №. 1. С. 13–23.

2. Свиридов В. Ю., Якубчак О. М. Вплив умов отримання молока на його мікробіологічні показники. Міністерство освіти і науки України національний університет біоресурсів і природокористування України факультет ветеринарної медицини. Київ. 2019. с. 171.

3. Крижак Л. Виділення антоціанів (пігментів) методом оптимального підбору екстракції кліторії трійчастої (Clitoria ternatea). Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 2. С.24–31.

4. Мерзлов С.В., Шурчкова Ю.О. та ін. Фізико-хімічні та органолептичні показники рослинного молока, яке використовують у готельно-ресторанних комплексах. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. Серія: Харчові технології. Львів. 2021, т. 23, № 96. С. 28–32.

5. Крижак Л. Clitoria ternatea – джерело функціонального компоненту для збагачення йогуртів. Вісник Хмельницького національного університету серія: технічні науки. Хмельницький, 2022. № 2(307) С. 182–187.

6. Калініна Г.П. Удосконалення технології молочних напоїв на основі використання цикорію: дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Національний університет харчових технологій. Київ, 2007. 107 с.

7. Hastuti A. M. and Rustanti N. Pengaruh Penambahan Kayu Manis Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Kadar Gula Total Minuman Fungsional Secang Dan Daun Stevia Sebagai Alternatif Minuman Bagi Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 J. Nutr. Coll. 2014. 3 362–9.

8. Ulfah M., Irawan A. and Putra T. A. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Aseton Teratai Putih (Nymphaeae alba) terhadap Bakteri Streptococcus pyogenes Tunas Med. J. 2020. 40–3.

УДК 681.1

СТРІЧКОВИЙ ДОЗАТОР НАСИПНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА НЕПЕРЕРВНОГО ЇХ ПОТОКУ

Демків І.Б., аспірант
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів.

Постановка проблеми. Розвиток будь якої виробничої галузі не можливий без раціонального використання ресурсів, тому увагу важко уявити сучасне виробництво, в якому не використовується дозування. Точність та продуктивність дозуючого обладнання є основою всіх відомих технологічних процесів, оскільки від цього залежить якість кінцевого продукту. Стрічкові дозатори являють собою малогабаритне та високопродуктивне обладнання, яке є життєвою необхідністю безперервних технологічних процесів. Досягнення максимально можливої точності дозування ускладняється динамікою поведінки продукту при транспортуванні та вимогами до точності ваговимірювального вузла. Вирішення проблеми дозування сипучих продуктів за неперервного потоку ґрунтується на визначенні оптимальних кінематично-динамічних параметрів стрічкового дозатора.

Для визначення оптимальних кінематично-динамічних параметрів дозування спроектовано масштабну модель стрічкового дозатора. Модель дозволить проводити необхідну кількість експериментів, результати який використовуватимуться в науковій роботі, а також стануть основою для виробничих зразків обладнання.

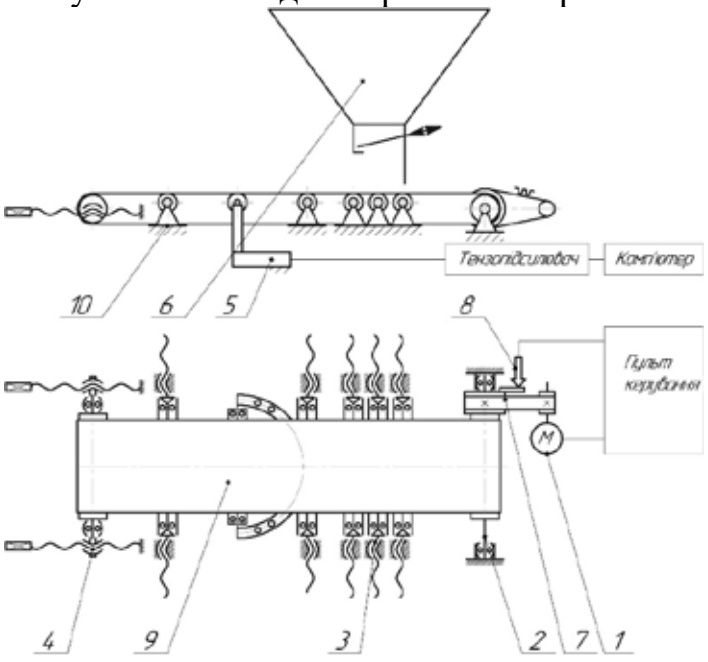


Рис 1. Структурна схема стрічкового дозатора

Основні матеріали дослідження. Основою конструкції

стрічкового дозатора є стрічковий транспортер [1]. Загальна структурна схема стрічкового дозатора приведена на рис. 1.

Продукт що підлягає вивченню завантажується в у бункер (6). Бункер (6) оснащений шиберною заслінкою з шкалою.

Зона вивантаження продукту з бункера (5) на стрічку (9) оснащена підтримуючими роликами (3). Стрічка (9) приводиться в рух кроковим двигуном (1) через привідний ролик (2) та натяжний ролик (4). Крковий двигун має можливість змінювати частоту обертання валу [1].

Вимірювання показників маси відбувається за допомогою тензовимірювального вузла (5). Вузол (5) складається з скоби, тензодавача та динамічно збалансованого ролика. Швидкість транспортування вимірюється за допомогою давача імпульсів (8).

Всі компоненти змонтовані на загальній рамі (10).

Загальний вигляд моделі стрічкового дозатор представлений на рис.2.

Рис. 2 Загальний вигляд стрічкового дозатора

Висновки. Експериментальна частина будь якого дослідження неможлива без лабораторної установки. Результати експериментів дозволяють оптимізувати параметри дозування сипких матеріалів в залежності від їх властивостей, а також від кінематичних параметрів самого дозатора. Також експеримент дозволяє оцінити збіжність теоретичних результатів та практично триманих даних.

Результуючими параметрами стрічкового дозатора є продуктивність та точність зважування.

Список використаної літератури.

Завантажувальні пристрої технологічних машин. Розрахунок і

конструювання: навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Ю. В. Кодра та ін. Л. : Бескид Біт, 2008. 356 с.

Бешта О. С. Використання регульованого електропривода в задачах підвищення енергоефективності технологічних процесів. О С. Бешта. Науковий вісник Нац. гірничого унів. наук.-техн. ж-л. Дніпропетровськ : НГУ, 2012. № 4. С. 98–107.

УДК 620.1.631

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНОГО СМІТТЯ

Богатирьов Р.О., 21ГМ,
Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.,
Паляничка Н.О., к.т.н., доц.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Зростання населення та урбанізація призводять до збільшення обсягів органічних відходів. Утилізація органічного сміття є важливим аспектом екологічної політики багатьох країн. Неправильне поводження з ними може спричинити забруднення ґрунту, води і повітря [1]. У даному аналізі розглядаються перспективні способи утилізації органічного сміття, такі як компостування, анаеробне бродіння, використання для виробництва біогазу та інші сучасні технології.

Основні матеріали дослідження Компостування є одним із найбільш відомих і широко використовуваних методів утилізації органічних відходів. Цей процес полягає у біологічному розкладанні органічного матеріалу під впливом мікроорганізмів у присутності кисню. Основні переваги компостування [2,3]:

1. Екологічність: Компостування допомагає знизити кількість відходів, що потрапляють на звалища, та виробляє природне добриво.

2. Економічність: Цей метод потребує мінімальних інвестицій та може бути здійснений як у домашніх умовах, так і на промисловому рівні.

3. Відновлення ґрунтів: Компост збагачує ґрунти поживними речовинами, покращуючи їх структуру та родючість.

За даними агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA), приблизно 30% харчових відходів у США можна компостувати, що дозволить значно зменшити обсяги сміття, що потрапляє на звалища. Анаеробне бродіння є ще одним ефективним методом

утилізації органічного сміття. Цей процес проходить без доступу кисню і включає розкладання органічного матеріалу бактеріями, що продукують метан і вуглекислий газ. Основні переваги цього методу [1,4]:

1. Виробництво біогазу: Отриманий біогаз можна використовувати як джерело енергії для опалення або виробництва електроенергії.

2. Зменшення викидів парникових газів: У порівнянні зі звалищами, анаеробне бродіння значно знижує викиди метану в атмосферу.

3. Отримання добрив: Рідкі залишки від анаеробного бродіння можуть використовуватися як високоефективне добриво.

У Європі, згідно з даними Євростату, біогазові станції виробляють понад 18,4 мільярдів кубометрів біогазу щорічно, що еквівалентно 36 мільйонам барелів нафти.

Піроліз та газифікація є термічними методами утилізації органічних відходів, що включають нагрівання матеріалу у відсутності кисню (піроліз) або при обмеженій кількості кисню (газифікація). Основні переваги цих методів [2,5]:

1. Висока енергоефективність: Отримане в результаті піролізу або газифікації синтетичне паливо можна використовувати для виробництва тепла і електроенергії.

2. Зниження обсягів відходів: Ці методи дозволяють значно зменшити обсяги відходів, перетворюючи їх на корисні продукти.

3. Виробництво біовугілля: Біовугілля, отримане під час піролізу, можна використовувати як добриво для покращення структури ґрунту.

Згідно з дослідженнями, піроліз може знизити обсяги відходів до 90%, а біовугілля може зменшити викиди парникових газів до 20% [3].

Використання комах, таких як личинки чорної солдатської мухи (Hermetia illucens), є інноваційним методом утилізації органічних відходів. Основні переваги цього методу [1,2]:

1. Швидкість переробки: Личинки можуть швидко переробляти великі обсяги органічних відходів.

2. Багатофункціональність продукту: Отриману біомасу можна використовувати як корм для тварин або для виробництва біодизеля.

3. Екологічність: Цей метод є природним та безпечним для навколишнього середовища.

За даними дослідження, личинки чорної солдатської мухи можуть переробляти до 15 кг органічних відходів на квадратний метр на день, виробляючи до 3 кг біомаси [2].

Також, кожна людина може зменшити шкідливий вплив на довкілля, запобігаючи зайвим витратам споживанної їжі. Переваги запобігання зайвої витрати їжі вдома [5]

1. Ви заощаджуєте гроші, купуючи тільки те, що вам потрібно, споживаючи тільки те, що ви купили, і уникаючи викидання

недоїдених продуктів харчування.

2. Ви зменшуєте свій вплив на довкілля та зміну клімату.

3. Збереження ресурсів та енергії.

Коли їжа йде у відходи: земля, вода, енергія та інші ресурси, що використовуються при виробництві, обробці, транспортуванні, приготуванні, зберіганні та утилізації їжі, витрачаються даремно.

4. Зменшення парникових газів.

Понад 85 відсотків викидів парникових газів із звалищ харчових відходів є результатом діяльності, що передує потраплянню продуктів харчування на сміттєзвалище, включаючи виробництво, транспортування, переробку та розподіл продуктів харчування. Крім того, коли продукти харчування розкладаються на звалищі – виділяється метан, шкідливий парниковий газ.

Висновки. Утилізація органічного сміття є важливим завданням для сучасного суспільства. Компостування, анаеробне бродіння, піроліз та газифікація, а також використання комах для переробки відходів є перспективними методами, що дозволяють ефективно зменшити обсяги відходів, виробляти енергію та покращувати родючість ґрунтів. Впровадження цих технологій потребує підтримки на державному рівні, а також підвищення обізнаності населення щодо їхніх переваг та можливостей. Ці методи, разом із чіткою стратегією управління відходами та інноваційними підходами, можуть значно покращити екологічний стан нашої планети та створити більш сталий розвиток для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел

1. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250 с.

2. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

3. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: ММД, 2020. 428с.

4. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences. 2020. 5. 51–59 pp.

5. Palianychka N, Samoichuk K, Kovalyov A. Application of computer simulation for researching the process of milk emulsion

dispersion. Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії: Матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції (3-4 листопада 2022 року). Черкаси: ЧДТУ, 2022. С. 110-115.

УДК 631.316

НАТУРНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЧІПНОГО ШИРОКОЗАХВАТНОГО КУЛЬТИВАТОРА HORSCH FG 18.30

Зданевич С.В.[1], к.т.н.,
Погребняк Р.П.[1], к.т.н.,
Зданевич С.С.[2],
Гурідова В.О.[1]
[1]*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро.*
[2]*Комунальний заклад «Ліцей №22», м. Кам'янське.*

Постановка проблеми. Впровадження причіпних широкозахватних культиваторів та посівних комплексів суттєво збільшує продуктивність сучасних технологій зернового рослинництва та забезпечується за рахунок використання тракторів збільшеної ефективної потужності (до 500 к.с.) [1].

Сучасні культиватори та посівні комплекси здатні швидко трансформуватися з транспортного положення в робочий стан [2, 3], мають значну масу і габарити. Додаткові інерційні навантаження в транспортному положенні обумовлені істотною масою культиватора і значною вертикальною складовою пришвидшення при наїзді екіпажа на перешкоду, що може привести до руйнування елементів підвіски опорних коліс та інших деталей несучої конструкції (НК) [4, 5].

Основні матеріали дослідження. При складанні розрахункової схеми в режимі культивації та попередньої оцінки параметрів пружної системи НК культиватора FG 18.30 (рис.1) був прийнятий комплексний аналіз напруженого стану всієї НК.

Рис.1 Культиватор «Horsch FG 18.30**»**

Секції не виділялися окремо із загальної конструкції та навантажувалися технологічними силами, які були отримані експериментальним та розрахунковим шляхом по граничним навантаженням при спрацьовуванні вузла безпеки стрілчастих лап; враховувалася також вага конструкції.

Були прийняті такі розрахункові навантаження:

складові сили різання: головна P_Y = 3 кН, вертикальна P_Z = 2 кН, бічна P_X = 1 кН;

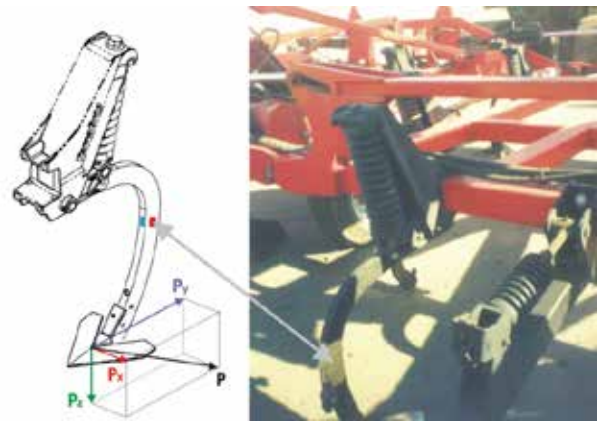
тягове зусилля на задньому дишлі – 25 кН;

опір пересуванню секцій FG 18.30: середні та крайні - по 3 кН на пару коліс тандемів; центральна – по 2 кН на кожну пару коліс тандемів та секцію борони.

Вимірювальні вузли стояка стрілчастої лапи з тензодатчиками омічного опору (рис. 2) здатні реагувати на поздовжню та поперечну деформацію стояка викликану зміною головної (P_y) та бічної (P_x) складових сили різання (рис.2, а).

При розрахунку НК культиватора навантажувалася наведеними до точки кріплення вузла безпеки стрілчастих лап технологічними силами P_x, P_y, P_z (рис.2, а) та моментами M_x, M_y.

На вузлі безпеки стрілчастої лапи був змонтований реохордний датчик переміщення співвісний з віссю качання лапи, який здатний реагувати на можливе кутове переміщення стояка лапи.



а) б)

Рис. 2. Розрахункова схема (а) та місця встановлення (б) тензодатчиків на стояке стрілчастої лапи культиватора для реєстрації головної Ру та бічної Рх складової сили різання

На підставі попереднього аналітичного розрахунку було обрано чотири вимірювальні точки на елементах центральної рами культиватора (рис. 3):

Точка 1. Розтягнення опори переднього шарніра з'єднання центральної та середньої рам.

Точка 2. Вигин опори переднього шарніра з'єднання центральної та середньої рам.

Точки 3. Вигин поздовжньої балки центральної рами щодо вертикальної осі (z).

Точка 4. Вигин поперечної балки центральної рами щодо вертикальної осі (z).

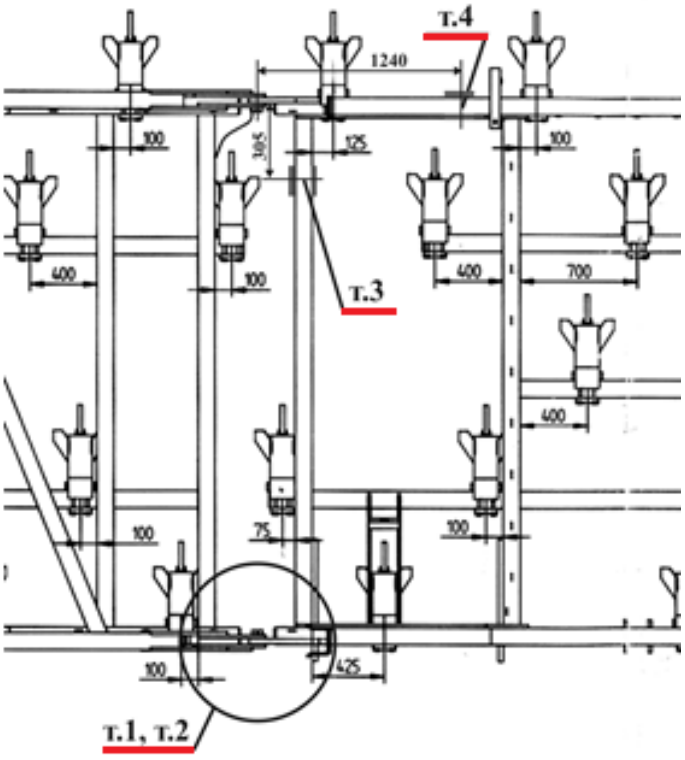


Рис. 3. Місця встановлення тензодатчиків на балках центральної рами культиватора

При створенні параметричної кінцево-елементної моделі НК культиватора (рис.4) та розрахунках використовувався багатофункціональний програмний комплекс «ЛІРА» (https://www.liraland.ua) [6].

Модель НК культиватора є п'ятиблочною системою, симетричною щодо поздовжньої осі центральної секції, просторових рам з'єднаних між собою трьох і чотирирухомими кінематичними парами.

Кожен блок (секція) складається з елементів (стрижнів заданого перерізу), пов'язаних у просторову раму вузлами, не враховуючи місцевих посилень.

Кожен блок моделі НК є багаторазово статично невизначеною системою, навантаженою відповідно до режиму експлуатації (рис.4).

Моделювання напружено-деформованого стану НК проводилось з урахуванням розподіленої маси металоконструкції рам та борони, а також зосереджених мас: вузлів безпеки G_1 = 0,6 кН, вузлів опорних коліс G_2 = 1 кН, вузлів тандемів G_3 = 1,6 кН, гідроциліндрів складання (розкладання), підйому (опускання) секцій G_{4i} = 0,18¼ 0,60 кН та ін.

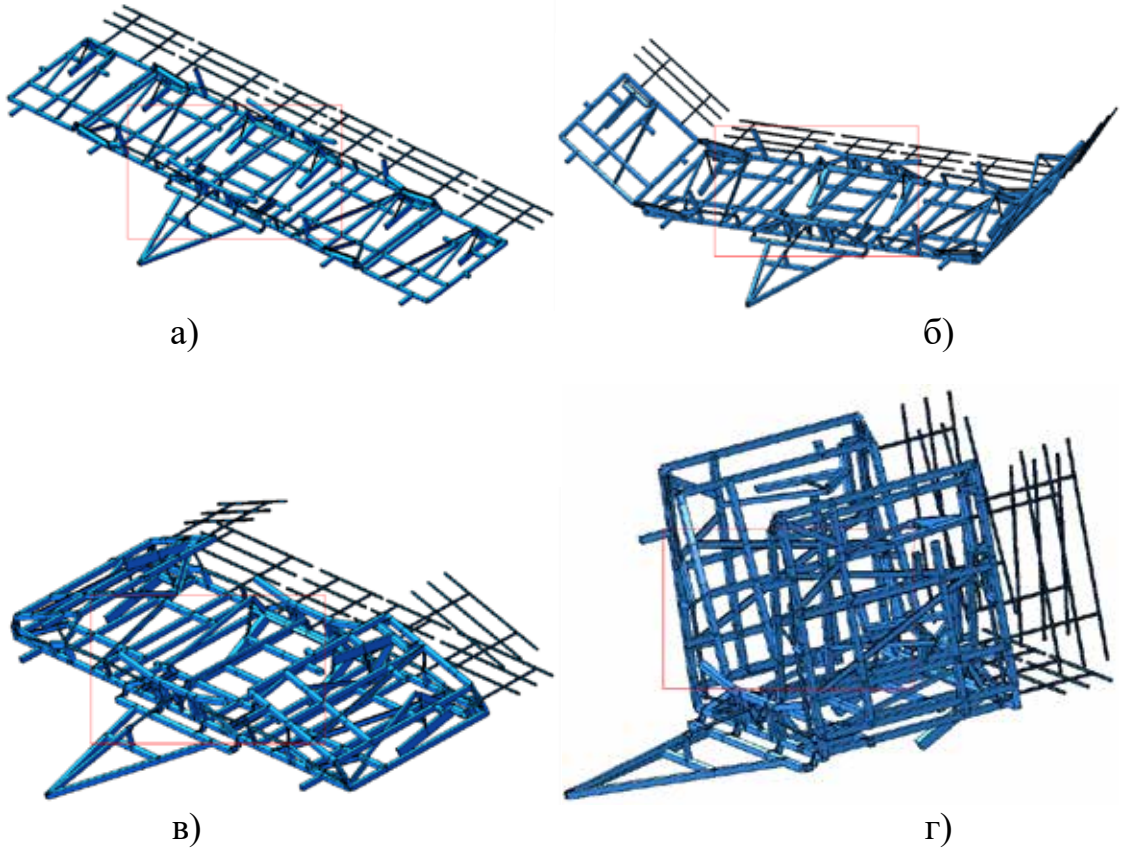


Рис. 4. Параметрична кінцево-елементна модель НК культиватора FG 18.30 у функціональних положеннях: культивації (а), при складанні секцій (б, в), транспортному (г)

Висновки. На основі даних натурних вимірів та імітаційного моделювання навантаження розробленої параметричної кінцево-

елементної моделі несучої конструкції культиватора FG 18.30 у різних режимах експлуатації, проведений аналіз отриманих розрахункових даних напружено-деформованого стану елементів несучої конструкції, визначені їх запаси міцності. Встановлені напрями раціональної зміни сортаменту і матеріалу трубчастих елементів балок центральної рами культиватора за критерієм загального зниження металоємкості несучої конструкції при збереженні необхідної міцності.

Список використаних джерел

1. Машини для обробітку грунту та сівби: посібник за ред. Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2009. 288 с.

2. Шаргородський С.А. Розробка математичної моделі гідравлічного привода розгортання секцій широкозахватної машини сільськогосподарського призначення / С.А. Шаргородський, В.С. Руткевич, Є.В. Ящук // Техніка, енергетика, транспорт АПК. № 4 (115). 2021. С.148–158.

3. Шаргородський С.А. Математичне моделювання гідропривода переведення широкозахватного сільсьгосподарського агрегату із транспортного положення у робоче / С.А. Шаргородський, В.С. Руткевич, Є.В. Ящук // Вібрації в техніці та технологіях. № 3 (106). 2022. С.54–63.

4. Зданевич С.В. Експериментальне дослідження та моделювання динаміки екіпажу з безресорною незалежною підвіскою коліс при наїзді на перешкоду / С.В. Зданевич, Р.П. Погребняк // Підйомно-транспортна техніка. 2010. №2. С.81–86.

5. Зданевич С.В. Комплексні натурні вимірювання, моделювання навантаження та напрямки раціонального проектування несучої конструкції причіпного широкозахватного посівного комплексу / С.В. Зданевич, Р.П. Погребняк, С.С. Зданевич // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (25-26 листопада 2021 р., м. Харків). Харків: Держ. біотехнол. ун-т, 2021. С. 190–193.

6. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання: навч. посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. К.: НАУ, 2019. 492 с.

UDC 637.134

ANALYSIS OF EFFECTIVE MECHANISMS FOR HOMOGENIZATION OF EMULSIONS

Palianychka Nadiia, PhD., Assoc. Prof.,
Kovalyov Alexandr, PhD., Sen. Lect.,
Chervotkina Oleksandra, Assist.
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

The process of homogenization in order to obtain finely dispersed emulsions is widespread in various industries. Homogenization is used in agriculture, chemical, processing, pharmaceutical industries, etc. [1]. However, the process of obtaining finely dispersed emulsions by homogenization has become the most widespread in the processing and food industry. Homogenization allows you to prevent stratification during storage of such food products as: egg melanges and mixtures based on them; combined condensed milk; mixtures for ice cream (preparation of the mixture "milk base - vegetable fat"); mayonnaise, margarine, ketchup and other sauces.

In the dairy industry, the process of milk homogenization is one of the most important technological processes in the production of drinking sterilized and pasteurized milk, sour milk products, ice cream, milk preserves, cheese production, etc. Homogenization of fat particles to microscopic sizes increases the nutritional value of milk, as well as improves its sensory and taste properties. After homogenization, milk acquires a more uniform color, taste and fat content; its consistency improves, the intensity of white color increases; the appearance of a fat film during boiling decreases, which in turn preserves milk solids and increases digestibility (in terms of fat digestion, homogenized milk corresponds to boiled milk). The quality of products using homogenized milk is much higher.

Today, the industry widely uses valve homogenizers in technological lines for obtaining finely dispersed emulsions [2]. The design of the device allows for high-quality dispersion of emulsions, but the analysis of valve homogenizers showed that they have significant disadvantages: significant overall dimensions and weight, high metal content, high energy consumption, rapid wear of the working surfaces of the valve, and a rather high cost of the equipment.

According to the type of valve homogenizers, screw ones also work. So, we can conclude that the energy consumption in such an apparatus will not be much lower, compared to the valve one, however, the efficiency of homogenization in these types of homogenizers is only about 48%.

Ultrasonic homogenizers are also used to disperse the fat phase of milk, in which homogenization is based on ultrasonic cavitation. With the

help of ultrasound, it is possible to obtain not only emulsions, but also finely dispersed suspensions. The simplest and most economical source of ultrasound is a hydrodynamic emitter, in which ultrasonic oscillations are formed as a result of the vibration of a metal plate under the action of a liquid flow. Electricity consumption in homogenizers with hydrodynamic emitters is an order of magnitude lower than in valve ones.

Another mechanism for dispersing the fat phase of milk is rotary-pulsation apparatus (RPA). Milk under pressure in such homogenizers is fed into the rotor cavity and passes through the rotor and stator channels. However, milk that is homogenized in rotary-pulsation devices has a rather wide spectrum of distribution of fat globules and has rather large proportions of fat, which in turn negatively affects the production of some types of food products.

The next type of homogenization equipment is a countercurrent jet homogenizer. It consists of two coaxially located nozzles, where milk is pumped under pressure.

Dispersion of the fat phase of milk in a countercurrent jet homogenizer occurs in the emulsifying channel when the flow rate changes, when exiting the channel, and when the jets collide. However, the disadvantage of this type of homogenization is: foaming, which occurs during countercurrent-jet homogenization, industrial inadequacy (especially of countercurrent-jet homogenizers).

One of the most promising types of dispersing equipment is a pulsating homogenizer [2]. The principle of operation of this homogenizer is that the emulsion passes through the channels of the shock piston, which performs reciprocating movements.

Tests of the pulsating homogenizer showed that it creates a pressure disturbance with an intensity of 1.5 MPa at a frequency of 50 Hz in the homogenized medium, and the average diameter of fat globules after processing in this device is 0.5 μm.

So, the conducted analysis showed that today there are quite a lot of devices for homogenizing milk. In our opinion, the most promising is the pulsating homogenizer, which makes it possible to obtain a high degree of homogenization of milk with relatively little energy consumption.

References:

1. Palyanychka N.O., Vershkov O.O., Antonova G.V. Analysis of the latest devices for milk homogenization. Proceedings of the Tavria State Agrotechnological University. Melitopol, 2017. Issue 17., T.3. p. 194–199.

2. Samoichuk K.O., Palianychka N.O. Impulse milk homogenisation: Collective monograph. Modern engineering research: topical problems, challenges and modernity. Prague, Czech, Riga: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2020. P. 460–479.

УДК 669.01:621.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНИХ СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ФРУКТІВ І ОВОЧІВ

Червоткіна О.О., асистент,
Прокопенко О.П., асистент,
Грінько Є.О., студент 41 ГМ групи
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя

Постановка пролеми. Важливою проблемою сучасної цивілізації є утворення відходів, які потрібно збирати, транспортувати, переробляти і знешкоджувати з метою збереження і покращення якості навколишнього середовища і економі природних ресурсів.

Несвоєчасне вилучення відходів погіршує санітарний стан населених

пунктів, що може призвести до виникнення хвороб та епідемій. Крім того,

відходи можуть бути джерелом вторинних ресурсів, що зумовлює необхідність наукового підходу до вибору засобів їх знешкодження і утилізації стосовно до конкретних умов міст України.

У світі сьогодні до 80% побутових відходів знешкоджуються способом складування на полігонах, незважаючи на тривалий час (50-100 років) знешкодження, відсутність надійної охорони навколишнього середовища і утилізації цінних компонентів. В Україні також найбільш широко використовується ліквідаційний біолого-механічний спосіб знешкодження (шляхом складування відходів на полігонах), як найбільш простий і дешевий. Несвоєчасне вилучення відходів погіршує санітарний стан населених пунктів, що може призвести до виникнення хвороб та епідемій.

Основні матеріали досліджень. У цій роботі розглядається методика анаеробного бродіння відходів фруктів і овочів для отримання біогазу та органічних добрив. Аналізуються показники ефективності процесу, такі як виробництво біогазу, енергетична ефективність, утилізація відходів і використання добрив. Представлено результати дослідження, які демонструють переваги цієї технології в контексті сталого управління відходами та використання відновлюваних ресурсів. За оцінками Організації з продовольства і сільського господарства, майже третина виробленої у світі їжі щорічно пропадає, що становить приблизно 1,3 мільярда тон. Велика частина харчових відходів утворюється на етапах виробництва та переробки, зокрема з фруктів та овочів. Це призводить до нераціонального використання ресурсів, таких як вода, енергія та земельні ділянки, і

негативно впливає на довкілля через утворення відходів, викиди метану та інших парникових газів при їх розкладанні.

Результати дослідження. Одним із найперспективніших методів переробки відходів фруктів і овочів є анаеробне бродіння, також відоме як біогазова технологія. Цей процес дозволяє перетворювати органічні відходи у біогаз, який може бути використаний як джерело відновлюваної енергії. Біогаз складається в основному з метану (CH4) і вуглекислого газу (CO2), і його можна використовувати для генерації електроенергії або як паливо для транспортних засобів.

Процес починається зі збору відходів фруктів та овочів, таких як шкірка, залишки м'якоті, стебла та інші відходи виробництва. Потім відходи подрібнюються до дрібних частинок для підвищення ефективності бродіння. Після подрібнення відходи поміщаються в анаеробний реактор, який підтримує безкисневу середу. Тут відбувається бродіння під дією бактерій, які розкладають органічні речовини і виділяють біогаз. Час, необхідний для бродіння, може варіюватися залежно від складу відходів та умов процесу, і зазвичай становить від кількох днів до кількох тижнів.

Отриманий біогаз проходить очистку для видалення домішок і підвищення його якості. Після цього він може бути використаний для вироблення електроенергії чи тепла, а також як паливо для транспорта.

Таблиця 1

Результати дослідження за методикою анаеробного бродіння відходів фруктів і овочів

Показники	Результати
Виробництво біогазу	200 куб. м/тона
Склад біогазу	60% метан, 40% CO2
Енергетична ефективність ККД	75%
Економія енергії	Скорочення витрат на 20%
Утилізація відходів	Перероблено 90% відходів
Виробництво добрив	Підвищення врожайності на 15%

Результати проведених досліджень за методикою анаеробного бродіння відходів фруктів і овочів показали значний потенціал для перетворення відходів у біоенергію та добрива. В результаті анаеробного бродіння вдалося отримати близько 200 кубічних метрів біогазу з однієї тонни відходів фруктів і овочів. Біогаз складався із 60% метану і 40% вуглекислого газу. Використання біогазу для виробництва електроенергії забезпечило загальний ККД системи на рівні 75%. Отримана енергія дозволила скоротити витрати на електроенергію на 20% порівняно із звичайними джерелами енергії.

Дослідження продемонструвало, що близько 90% відходів були успішно перероблені в процесі анаеробного бродіння. Це дозволило значно знизити обсяг відходів, спрямованих на полігони.

Дигестат, отриманий в результаті процесу, був використаний як органічне добриво і показав ефективність, співставну із традиційними хімічними добривами. Врожайність підвищилась на 15% при використанні дигестату в сільському господарстві.

Висновки.

У цілому, дослідження підтвердило ефективність анаеробного бродіння як методу

утилізації відходів фруктів і овочів, що дозволяє отримувати біоенергію і органічні добрива. Ці результати свідчать про перспективи застосування даної технології для сталого управління відходами і використання відновлюваних ресурсів.

Список використаних джерел

1. Червоткіна О.О. Обґрунтування параметрів робочого органу гранулятора для отримання гранул на основі овочевої сировини / О.О.Червоткіна, В.О. Олексієнко, Н.О. Фучаджи // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2013. Вип. 13, Т.7. С. 57–622

2. Червоткіна О. О., Фучаджи Н. О., Паляничка Н. О., Самохвал В. А. Вплив різних параметрів на процес гранулювання рослинної сировини та якість гранул. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 23, т. 2.17. Червоткіна О.О., Тарасенко В.Г. Використання в'яжучих речовин при виробництві гранульованих овочів / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 161–163.

3. Ялпачик В.Ф., Буденко С. Ф., Олексієнко В.О., Червоткіна О.О. Дослідження коефіцієнта тертя гранульованого жому моркви // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2018. Вип.18. Том.1. С. 112–118.

4. Бойко В. С., Самойчук К. О., Тарасенко В. Г., Верхоланцева В. О., Паляничка Н. О., Михайлов Є. В., Червоткіна О. О. Процеси і апарати. Механічні та гідромеханічні процеси. Київ: ПрофКнига, 2021. 468 с.

5. Дідур В., Кюрчев В., Чебанов А., Асєєв А. Підвищення ефективності технологічного процесу переробки насіння рицини на рицинову олію. Сучасні шляхи розвитку агропромислового виробництва. Springer. 2019. С. 17–27. doi: 10.1007/978-3-030-14918-5_3.

СЕКЦІЯ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АПК

УДК 628.543:614.8

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МЕТОДАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Григоренко В.Я., здобувач СВО “Магістр”,
Мигуля В.В., здобувачка СВО “ Бакалавр”,
Гулевський В.Б., к.т.н.,
Постол Ю.О., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Останнім часом екологічні питання систем водопостачання і водовідведення стають дуже гостро. Виробничі стоки утворюються на різних підприємствах, на яких вода використовується у виробничому циклі. У результаті скидання таких стічних вод у відкриті водойми відзначається прогресуюче забруднення річок, водосховищ і навіть підземних басейнів, води яких у багатьох випадках стають непридатними навіть для комунального й виробничого споживання, тому стан довкілля безпосередньо залежить від міри очищення промислових стічних вод близько розташованих підприємств [1,2].

Найбільшими забрудниками поверхневих і підземних вод є:

– електроенергетика - 43 %;
– комунальне господарство -19,5 %;
– сільське господарство -16,6 %;
– чорна металургія - 9 %;
– хімія і нафтохімія - 3 %;
– інші - 8,9%.

Кількісний і якісний склад їх різноманітний і залежить від галузі промисловості, її технологічних процесів. Їх ділять на дві основні групи: неорганічні домішки, що містяться, у тому числі і токсичні, і ті, що містять отрути. Забруднюючі речовини стічних вод, потрапляючи в природні водоймища, призводять до змін, які в основному проявляються в зміні фізичних властивостей води (поява неприємного запаху, присмаку та ін.), в зміні її хімічного складу.

Оскільки стічні води мають складний склад, виробити оцінку змісту кожного із забруднюючих речовин надзвичайно складно. Кожен шкідливий чинник має власний набір характеристик. Іноді один показник може говорити про існування декількох забруднень.

У зв'язку з цим слід враховувати вплив вказаних вод на процеси, параметри і технології очищення, оскільки очисні споруди, як існують на багатьох підприємствах, не можуть забезпечити отримання

очищеної води нормативної якості. Крім того, для України, в порівнянні з країнами Заходу, характерні більш жорсткі вимоги відносно концентрацій іонів важких металів, аніонів, і інших домішок.

Основні матеріали дослідження. Забруднення поверхневих і підземних вод можна класифікувати таким чином:

– механічне - підвищення змісту механічних домішок, властиве в основному поверхневим видам забруднень;

– хімічне - наявність у воді органічних і неорганічних речовин токсичної і нетоксичної дії;

– бактерійне і біологічне - наявність у воді різноманітних патогенних мікроорганізмів, грибів і дрібних водоростей;

– радіоактивне - присутність радіоактивних речовин в поверхневих або підземних водах;

– теплове - випуск у водоймища підігрітих вод теплових і атомних електростанцій.

Очищення води повинне видалити негативні для довкілля речовини. Використовувані технології повинні нейтралізувати і утилізувати компоненти. Як відомо, методи очищення повинні враховувати первинний склад стоків.

Фахівці, що працюють в області водопідготовки мають справу з великою кількістю піску, і водою, що характеризується крім мінералізації високим вмістом механічних домішок - в основному, феромагнітних частинок. Корозійне руйнування, якому піддається в цьому випадку метал труб і устаткування, викликає не тільки корозійна агресивність самої рідини, а й абразивний знос, причиною якого є механічні домішки.

Механічні домішки, що містяться в рідинах і перекачуються по промисловим трубопроводам, ініціюють локальне руйнування металу внутрішньої поверхні труб. Вид корозійного руйнування під впливом механічних домішок в загальному випадку визначається швидкістю потоку рідини, а інтенсивність розвитку корозії залежить від концентрації і компонентного складу механічних домішок [3,4].

Феромагнітні частки і агрегатовані з ними з'єднання можливо видаляти під дією магнітного поля. Перевагою методу є можливість уловлювання феромагнітних частинок розміром менше 0,5 мкм, що практично неможливо здійснити іншими способами очищення.

Магнітне поле дозволяє також проводити коагуляцію твердих частинок [5]. Потік рідини направляється до робочих поверхонь точкових постійних магнітів, де градієнт магнітного поля максимальний. Це дозволяє притягувати феромагнітні частинки в широкому діапазоні магнітної сприйнятливості. Накопичені на поверхні магніту частки притягують до себе з потоку рідини інші феромагнітні частинки, коагулюючи, таким чином, до певних розмірів, досягнувши яких, зриваються і несуться потоком рідини у вигляді більших частинок.

Відомо, що скоагулюване скупчення частинок зберігаються в потоці внаслідок дії сил залишкової намагніченості і сполучних властивостей речовин, присутніх в рідині (наприклад, смол, парафінів і асфальтенів нафти) [6].

Слід зазначити, що хоча магнітне очищення до теперішнього часу теоретично вивчено недостатньо, але накопичений досвід і наявні експериментальні дані дозволяють застосовувати цей метод на практиці.

Висновки. Таким чином, дослідження показують, що застосування пристроїв з магнітною системою дозволяє поліпшити якість очищення стічних вод від феромагнітних часток, також створити можливість використання безпосередньо в технологічному циклі при невеликих витратах.

Список використаних джерел

1. Постол Ю. О., Гулевський В. Б. Управління у сфері поводження з твердими комунальними відходами : сучасний стан. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Запоріжжя, 01-25 листопада 2022р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2022. С. 167–173. http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/16613

2. Сучасні проблеми енергетики та можливі способи їх вирішення. Григоренко В. та інш. Збірник матеріалів XI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2023» (Київ, 21 листопада 2023 р.). / упоряд.: А. Яцишин. К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2023. С. 293-295. http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/17343

3. M. Henze, P. Harremoes, J. La Cour Jansen and E. Arvin, “Wastewater Treatment Biological and Chemical Processes,” 3rd Edition, Springer, Berlin, 2001.

4. Гулевський В.Б., Яценко В.В. Проблеми очищення і регенерації технічних рідин. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: мат. міжнародного науково-практичного форуму (21–22 червня 2019 р.) ТДАТУ ім. Д. Моторного; За заг. ред. д.т.н. проф. Надикто В.Т. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. Ч.1. С.212 -214. http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/8445

5. До розрахунку електромагнітних фільтрів для очищення технічних рідин / В.І. Просвірнін, Є.П. Масюткін, В.Б. Гулевський, М.В. Красавчіков. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь, 2006. Вип. 38. С. 25–32. http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/5525

6. Гулевський В. Б., Постол Ю. О. Перспективи вдосконалення очищення стічних вод та технічних рідин. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : науково-техн. журнал / Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(ІФНТУНГ). 2022 №2 (26). С.144-146 DOI: 10.31471/2415-3184-2022-2(26)-143-148.

УДК 514.7

ВИВЧЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТОРОВОЇ КРИВОЇ ЛІНІЇ В СИСТЕМІ SOLIDWORKS

Гавриленко Є.А., д.т.н.
Холодняк Ю.В., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Прискорення науково-технічного прогресу вимагає кардинального посилення підготовки інженерно-технічних і наукових кадрів. Важлива роль у рішенні цієї задачі покладається на комп'ютерну підготовку студентів.

Майбутні фахівці повинні вміти користуватися готовими пакетами прикладних програм, застосовувати їх при розв'язанні інженерних та наукових задач.

У рамках курсу «Формоутворення складних поверхонь» студенти вивчають методи формування складних робочих поверхонь, що обмежують вироби, функціональне призначення яких – взаємодія із середовищем. Теоретичні знання отримані студентами повинні бути закріпленні шляхом реального моделювання на практичних заняттях. Необхідні практичні навички набуваються при створенні геометричних комп'ютерних моделей динамічних поверхонь з використанням пакета SolidWorks.

Однією із задач прикладного характеру, яку доводиться розв'язувати при формуванні моделей складних функціональних поверхонь – визначення локальних диференціально-геометричних характеристик кривих ліній, які використовують при створенні каркасу поверхні. При використанні просторових кривих ліній до таких характеристик слід відносити, положення в точках кривої елементів основного тригранника, значення кривини та скруту. Особливе значення вказані характеристики мають при моделюванні поверхонь що направляють середовище, в яких осьова лінія є просторовою кривою. В цьому випадку, поперечні перетини каркасу, розташовують відносно осьової лінії з врахуванням положення основного тригранника [1,3].

Проте, сучасні пакети геометричного моделювання, такі як SolidWorks, AutoCAD, та інші, не містять функцію визначення

положення основного тригранника. Розрахувати положення елементів тригранника методами диференціальної геометрії і сформувати тригранник за результатами розрахунків в пакеті геометричного моделювання – трудомістка задача, що вимагає спеціальних знань. Рівняння, що визначає елементи тригранника Френе (дотична, головна нормаль, бінормаль) в точках просторової кривої лінії, може бути визначене на основі вектор-функції кривої [2]. Проблема полягає в тому, що при моделюванні кривої лінії в пакеті геометричного моделювання (наприклад SolidWorks) аналітичне представлення кривої, як правило, невідомо. Крім того, формування геометричних образів по їх аналітичному представленню, в пакеті геометричного моделювання є складним із-за необхідності додаткових розрахунків й проміжних побудов.

За допомогою стандартних функцій пакета SolidWorks, в автоматизованому режимі можливо створювати дотичну пряму до просторової кривої лінії [4]. Формування головної нормалі чи бінормалі при моделюванні кривої лінії в пакетах комп'ютерного геометричного моделювання (SolidWorks, AutoCAD) не передбачено.

Розробка та вивчення методики визначення локальних характеристик кривої лінії, з використанням функцій пакета геометричного моделювання SolidWorks – актуальна задача підготовки спеціалістів в області створення комп'ютерних моделей складних функціональних поверхонь.

Основні матеріали дослідження. Метою статті є розробка методики визначення локальних характеристик в точках просторової кривої лінії, сформованої в пакеті SolidWorks.

Вихідними даними при розв'язанні поставленої задачі, є просторова крива лінія, сформована в 3D-ескізі системи SolidWorks. Крива лінія може бути сформована за допомогою функції «Сплайн», або отримана як перетин двох криволінійних поверхонь.

Функції системи SolidWorks, в автоматизованому режимі, дозволяють створювати єдиний елемент основного тригранника – пряму дотичну до просторової кривої лінії (t). Для цього з використанням функції «Співпадіння» створюється точка, яка належить кривій лінії та пряма, яка проходить через цю точку. Далі на пряму й просторову криву лінію накладають взаємозв'язок «Дотик».

Головну нормаль сформуємо як пряму, яка проходить через точку на просторовій кривій до центру відповідного стичного кола.

Стичне коло визначимо як коло, яке проходить через точку дотику з кривою лінією (ця точка є точкою дотику прямої t з кривою) та дві нескінченно близькі до неї точки, які належать до цієї кривої [2].

Для цього створимо три точки, які належать до кривої лінії та довільне коло. На коло та кожну з точок, послідовно накладаємо взаємозв'язок «Співпадіння». Між середньою з трьох розташованих на кривій точок – точкою дотику та іншими двома точками створюємо

лінійні розміри. На рисунку 1 ці розміри позначені як «h».

Система SolidWorks дозволяє корегувати значення створених розмірів з точністю до 10-6 мм.

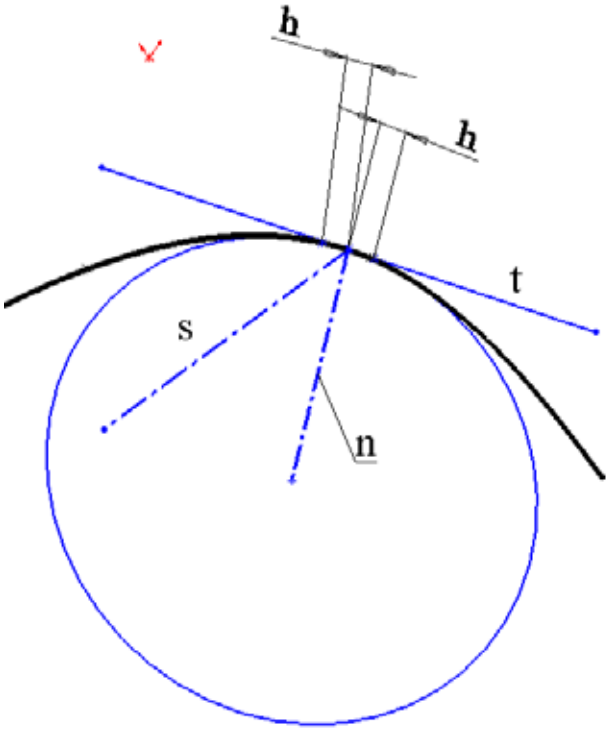


Рис. 1. Побудова основного тригранника та стичного кола в точці кривої

Зменшуючи відстань *h* між вказаними точками, можливо як завгодно точно визначити положення стичного кола. При цьому, пряма, яка проходить через точку дотику і центр створеного кола (на рисунку це пряма *n*), наближається до положення головної нормалі просторової кривої лінії.

Існує можливість визначати положення довільної прямої сформованої в SolidWorks – система автоматично розраховує кути нахилу прямої до осей координат. Якщо при зменшенні відстані *h* пряма *n* не змінює своє положення, то це означає, що ми визначили положення головної нормалі з максимальною точністю можливою в системі SolidWokrs.

Після формування прямих *t* та *n* створюється бінормаль (*s*). Для цього на довільну пряму накладаються взаємозв'язки: «Співпадіння» з точкою дотику та «Перпендикулярність» з прямими *t* та *n*.

Система SolidWorks дозволяє переміщувати точку дотику разом з моделлю основного тригранника вздовж кривої лінії. При цьому тригранник та стичне коло обертаються навколо дотичної *t* відповідно до напрямку скруту кривої, а стичне коло змінює свій розмір відповідно значенням кривини в її точках.

Створена модель дозволяє визначити локальні характеристики в довільній точці кривої лінії, а також допомагає зрозуміти їх

геометричний зміст.

В якості приклада практичного застосування локальних характеристик кривих ліній пропонується створити модель внутрішньої аеродинамічної поверхні призначеної для транспортування газу.

Поверхня формується в системі геометричного моделювання SolidWorks на основі дискретного лінійчатого каркаса. Осьова лінія поверхні – просторова крива. Поперечні перетини каркаса розташовані в площинах, нормальних до осьової лінії. Форма та площина поперечних перетинів плавно змінюється від прямокутника з округленими кутами до кола, відповідно до прямолінійного графіка зміни площ перетинів уздовж поверхні. Центри ваги поперечних елементів каркаса повинні розташовуватися на осьовій лінії, а вісь симетрії кожного з перетинів повинна збігатися з головною нормаллю просторової осьової лінії у відповідній точці.

Після створення головних нормалей у точках осьової лінії з якими сполучені центри ваги поперечних перетинів каркаса, на осі симетрії перетинів і головні нормалі накладається взаємозв'язок «Паралельний». При цьому вісь симетрії збігається із головною нормаллю, а перетини займають задане положення (рис. 2).

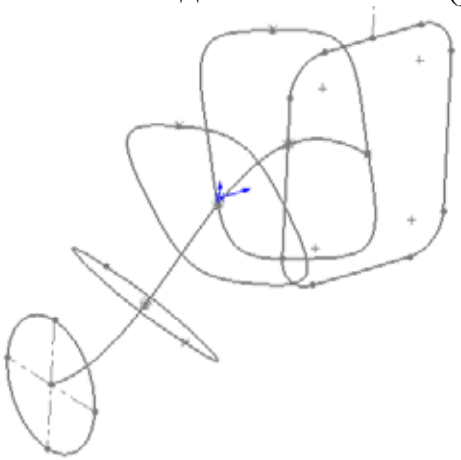


Рис. 2. Дискретний лінійчатий каркас поверхні

На основі отриманого каркаса сформовано модель поверхні, на якій, за допомогою стандартних функцій системи SolidWorks, сформовано сімейство поздовжніх ліній, а також графіки зміни значень кривини уздовж них (рис. 3). Ці лінії є так званими лініями струму, вздовж яких по поверхні переміщуються умовні частинки потоку середовища. Графіки наочно демонструють характер зміни кривини та скруту. Кривина уздовж ліній змінюється плавно, закономірно. Скрут уздовж кривих змінюється в одному напрямку. Зазначені характеристики відповідають вимогам, які висуваються до поверхонь, що направляють середовище [1].

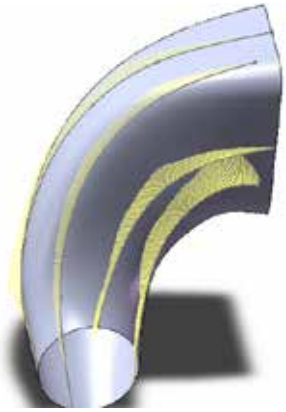


Рис. 3. Графіки зміни кривини уздовж ліній струму поверхні

Для порівняння пропонується дослідження властивості поверхонь, сформованих на основі каркасів, поперечні елементи яких орієнтовані з відхиленням від зазначеної методики. Аналіз показав, що навіть відхилення осьових ліній поперечних перетинів від положення головних нормалей, при дотриманні інших умов формування каркаса, приводить до погіршення динамічних властивостей поверхні.

Висновки. В статті запропонована методика визначення положення елементів основного тригранника та стичного кола в точках просторової кривої лінії. Формуючи за вказаною методикою зазначені локальні диференціально-геометричні характеристики студенти знайомляться з властивостями просторової кривої лінії й отримують навички розв'язання нестандартних практичних задач з використанням пакета SolidWorks. Створюючи модель аеродинамічної поверхні за методикою, яка заснована на використанні положень головних нормалей в точках просторової кривої, студенти мають можливість переконатися в важливості врахування локальних характеристик кривих при формуванні складних поверхонь на основі лінійчатих каркасів.

Список використаних джерел

1. Драганов Б.Х., Круглов М.Г., Обухова В.С. Конструирование впускных и выпускных каналов двигателей внутреннего сгорания. К.: Вища школа, 1987. 176 с.

2. Борисенко О.А. Диференціальна геометрія і топологія: навч. посіб. для студентів мех.-мат. фак. ун-тів. Х.: Основа, 1995. 209 с.

3. Ковальов Ю.М. Основи геометричного моделювання. К.: Вища школа, 2003. 231 с.

4. David C. SOLIDWORKS 2023 Quick Start. Planchard CSWP. Beginner. 2023. 270 p.

УДК 631.3:[519.87+004.94]

МЕТОД ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТУ З МНОЖИНИ АЛЬТЕРНАТИВ

Чижиков І.О., к.т.н.,
Сушко С.Л., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. У сучасних умовах дедалі більшої значущості набувають питання оперативного обґрунтованого прийняття рішень на різних стадіях життєвого циклу технічних об'єктів: розробником – при проведенні науково-дослідних робіт, виробником – під час дослідно-конструкторських робіт, кінцевим споживачем продукції (виробничником) – при виборі машин або обладнання з широкого діапазону наявної номенклатури та подальшої їх експлуатації. Вибір споживача у цьому ланцюгу повинен ґрунтуватися на показниках, які б забезпечували ефективне виконання технологічних операцій з мінімальними витратами ресурсів і максимальною ефективністю.

Для прийняття обґрунтованого рішення необхідно систематизувати інформацію про технічний об'єкт, оцінити його за визначеними критеріями (наприклад, продуктивністю, показниками надійності, вартістю тощо) та обрати найкращий (оптимальний) варіант, який найбільш повно відповідав би вимогам споживача. Враховуючи чинний рівень техніко-технологічного розвитку машинобудування (у тому числі сільськогосподарського) та номенклатури продукції, для споживача пошук оптимального вибору (прийняття рішення) не завжди є обґрунтованим, а у деяких випадках навіть спонтанним.

Виникає потреба у розробці методу, застосував який можна було прийняти обґрунтоване рішення при виборі технічних об'єктів технічної системи серед можливих альтернатив.

Основні матеріали дослідження. Для прийняття обґрунтованих рішень у виборі оптимального варіанту технічного об'єкту із множини альтернатив пропонується застосувати аналітичний метод, який заснований на прийнятті рішення щодо вибору будь якого об'єкту із сформованої множини варіантів. Цей метод супроводжується такими двома процесами:

процес 1 – визначення мети, що враховує побажання того хто приймає рішення щодо переваг до об'єкту вибору;

процес 2 – пошук рішення.

В теорії прийняття рішень існують різні методи, в яких зазначені процеси відбуваються або послідовно, або паралельно [1]. Інформація

про такі методи [2-5] наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Методи прийняття рішень

Категорія	Варіанти реалізації методу
Методи з послідовною схемою прийняття рішень	механізм пар ефективних альтернатив
	механізм домінування
Методи з паралельною схемою прийняття рішень	мультиплікативна (середньогеометрична) згортка критеріїв
	адитивна (середньоарифметична) згортка критеріїв
	часова згортка критеріїв
	сімейство геометричної згортки критеріїв

Дослідженнями в [6] доведено, що найбільш придатним методом для вибору технічних об'єктів в сільському господарстві є сімейство геометричних згорток критеріїв. Відповідно до цього методу мета повинна бути формалізована у вигляді «ідеальної» (бажаної) альтернативи, а в якості цільової функції буде відстань між ідеальною альтернативою $X^{ід}$ та тією, що розглядається.

Метод реалізується за таким алгоритмом:

- формують множину альтернативних варіантів об'єкту вибору Xi, $i=\overline{1,m}$;
- визначають властивості (критерії оцінювання f_j в натуральних одиницях) по кожному альтернативному варіанту Aj, $j=\overline{1,n}$ і заносять до таблиці 2.
- по кожному критерію визначають бажаний напрямок зміни його значення (min, max);
- виконують процедуру нормування по кожному критерію за формулою:

$$\hat{f}_j(x_i)=\begin{cases}\dfrac{(f_j(x_i)-f_j^-)}{(f_j^+-f_j^-)}, & \text{якщо } f_j \to \max\\ \dfrac{(f_j^+-f_j(x_i))}{(f_j^+-f_j^-)}, & \text{якщо } f_j \to \min,\end{cases} \qquad (1)$$

- отримані результати нормування за формулою (1) заносять до таблиці 2;
- визначають межі допустимих значень по кожному критерію, а результати заносять до таблиці 2:

$$f^- < |f_j(x_i)-m|, \qquad (2)$$

$$f^{+} > \left| f_j(x_i) + m \right|,$$

де m– довільне число, що не порушує лінійність критеріального ряду;

- значення цільової функції $j(x_i)$ визначається по кожній X_i-й альтернативі відповідно до формули:

$$j(x_i) = \sum_{j=1}^{n} \left| \hat{f}_j(x_i) - f_j(x^{id}) \right| \to \min \qquad (3)$$

де $0 \le f_j(x_i) \le 1$;

- значення цільової функції $j(x_i)$, що визначає метрику (функцію відстані) між «ідеальною» альтернативою і значенням:

$$\left| 1 - \hat{f}(x_i) \right|, x^{id} \to \min \qquad (4)$$

тобто інтервал $[x_j^{id}, j_i]$, а найменша величина відстані відповідає оптимальній альтернативі.

Таблиця 2

Утворення безрозмірної шкали значень цільової функції φ(x_i)

Альтернативи	Властивості						$j(x_i)$
	A_1		A_j		A_n		
	Критерії						
	f_1	$\hat{f}_1$	f_j	$\hat{f}j$	f_n	$\hat{f}n$	
X_1	f_{11}	$\hat{f}_{11}$	f_{1j}	$\hat{f}_{1j}$	f_{1n}	$\hat{f}_{1n}$	j_{1n}
X_i	f_{i1}	$\hat{f}_{i1}$	f_{ij}	$\hat{f}_{ij}$	f_{in}	$\hat{f}_{in}$	j_{in}
X_m	f_{m1}	$\hat{f}_{m1}$	f_{mj}	$\hat{f}_{mj}$	f_{mn}	$\hat{f}_{mn}$	j_{mn}
f^-	f_{1min}	-	f_{jmin}	-	f_{nmin}	-	
f^+	f_{1max}	-	f_{jmax}	-	f_{nmax}	-	
x^+, x^- X^{id}	f_{1exst}	1	f_{jexst}	1	f_{nexst}	1	

Приклад застосування. Застосуємо метод прийняття рішень на прикладі вибору пристрою для підземного укладання крапельних ліній (мобільного трубоукладальника) систем зрошення.

Для вибору оптимального варіанту пристрою для підземного укладання крапельних ліній з множини альтернатив прийнято такі параметри технічного об’єкту і межі їх значень:

- кількість робочих органів (ножів) – від 2 до 4 шт;
- мінімальна глибина закладання трубки – від 0,15 м до 0,3 м;
- максимальна глибина закладання трубки – від 0,5 до 0,6 м;
- ширина захвату пристрою із максимальною кількістю робочих органів – від 2,1 м до 3 м.

Таким значенням відповідає множина пристроїв для підземного

укладання крапельних ліній, які представлено на ринку України. Особливості будови та роботи цих засобів механізації можна знайти у відкритих джерелах доступу на сайтах компаній виробників або їх дилерів в Україні. Відповідно до параметрів, які впливають на продуктивність та якість виконання технологічної операції сформовано таблицю 3.

Таблиця 3

Параметри дійсних значень з альтернативних варіантів пристроїв для підземного укладання крапельних ліній

Назва машини, виробник	Параметри			
	Кількість робочих органів, шт	Глибина закладання трубки (min), м	Глибина закладання трубки (max), м	Ширина захвату (max), м
ТИТАН 01-04, Україна	4	0,2	0,6	3,0
Zach Agricultural Equipment Afula, Ізраїль	3	0,15	0,5	2,1
ANDROS Force Poly Hose SDI (США)	4	0,2	0,5	3,0
ANDROS Force Poly Line SDI (США)	2	0,2	0,5	2,0
Monosem - M - Double (Франція)	3	0,3	0,5	2,1
f^{--}	2	0,15	0,5	2,0
f^{+}	4	0,3	0,6	3,0
x^{+}, x^{-}	max	min	Max	max

Вибір найкращої альтернативи $X^{ід}$ визначимо з умови максимального наближення до ідеалу за формулою (4).

Для проведення обчислень за допомогою програмної оболонки Delphi 7 в лабораторії механізації та автоматизації технологічних процесів в садівництві ННІМЗПУ ТДАТУ розроблено програму «Вибір», інтерфейс якої наведено на рисунку 1.

За результатами обчислень визначено, що найкращим (оптимальним) варіантом за наведеними параметрами є варіант №1, де $X^{ід} = x_1$, так як:

$$j_1(x_5) = \max\{j_1(x_i)\} = 1{,}33.$$

Рис.1. Діалогове вікно програми «Вибір» розрахунку вибору оптимального варіанту з множини альтернатив.

Обраному варіанту відповідає такий тип пристроїв для підземного укладання крапельних ліній:

§ варіант №1 – мобільний трубоукладальник «Титан 01/4», на якому встановлено 4 робочих органи, які здатні забезпечити закладання краплинної трубки на глибину від 0,2 до 0,6 м на загальну ширину захвату 3 м.

Висновки. Запропонована методика вибору оптимального варіанту технічного об’єкту з множини альтернатив (на прикладі сільськогосподарської машини) може бути використана для прийняття обґрунтованого рішення на певній стадії життєвого циклу технічного об’єкту. Розроблене програмне забезпечення (з відповідною доробкою) може бути запропоновано споживачу (виробничнику) для пошуку рішення у виборі оптимального варіанту певної машини або обладнання відповідно до визначених споживачем критеріїв.

Список використаних джерел

1. Файнзільберг Л. С., Жуковська О. А., Якимчук В. С. Теорія прийняття рішень: підручник. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 250 с.

2. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. 2-ге вид., перероб. та допов. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. 336 с.

3. Теорія прийняття рішень [текст] підручник. / За заг. ред.

Бутка М. П. [М. П. Бутко, І. М. Бутко, В. П. Мащенко та ін.] К. : «Центр учбової літератури», 2018. 360 с.

4. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990. 208 с.

5. Колмогоров А.Н., Фомін С.В. Елементи теорії і функціонального аналізу. К.: Вища школа, 1974.

6. Розробити засоби механізації і систему безпеки для існуючих і нових технологій виробництва продукції садівництва та розсадництва плодових культур: звіт про НДР (заключний) / ТДАТУ; керівник А.І. Караєв. Мелітополь, 2020. 155с. ДР UA 01000565P. URL: http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/15804

УДК 631.171.075.3

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В АПК

Григоренко В.Я., здобувач СВО “Магістр”,
Мигуля В.В., здобувачка СВО “ Бакалавр”
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Агропромисловий комплекс традиційно стикається з низкою викликів, таких як зниження родючості ґрунтів, дефіцит води, зміна клімату та збільшення попиту на продовольство через зростання населення. Подолання цих викликів вимагає підвищення продуктивності сільського господарства, мінімізації витрат та збереження природних ресурсів.

Сучасний агропромисловий комплекс (АПК) активно впроваджує «розумні» технології для підвищення продуктивності, збереження ресурсів та сприяння екологічній стійкості. Розумні рішення, такі як автоматизація процесів, штучний інтелект (ШІ), інтернет речей (IoT) та аналітика великих даних, революціонізують сільське господарство, роблячи його більш ефективним та передбачуваним.

Новітні технології в аграрному секторі включають різноманітні технічні засоби, які мають одну мету – підвищення продуктивності та підвищення прибутковості сільськогосподарських підприємств [1,2,3].

Основні матеріали дослідження. За останній час керування технологічними процесами в АПК стало більш індустріалізованим і орієнтованим на технології. Використовуючи різноманітні гаджети для розумного землеробства, працівники отримали кращий контроль над процесом розведення худоби та вирощування сільськогосподарських

культур, зробивши ці процеси більш передбачуваними та підвищивши їх ефективність

Технології та IoT мають потенціал трансформувати аграрну сферу у багатьох аспектах. IoT в сільському господарстві дозволяє встановлювати датчики для моніторингу стану ґрунту, вологості, температури, освітленості та інших ключових показників. Це дозволяє контролювати стан полів у режимі реального часу.

Інформація надходить з різних пристроїв, розташованих у полі, на фермі, від датчиків, сільськогосподарської техніки, метеостанцій, дронів, супутників, зовнішніх систем, партнерських платформ, постачальників.

Алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання можуть аналізувати величезні обсяги даних, зібраних на сільськогосподарських підприємствах. Це дозволяє їм приймати рішення щодо прогнозування врожайності, виявлення хвороб і шкідників рослин та оптимізації використання ресурсів.

Аналіз даних про врожайність сільськогосподарських культур з урахуванням зміни клімату та застосування алгоритмів для прогнозування оптимальних дат збору врожаю. Тепер програма допомагає визначити найкращий час для посадки насіння, внесення добрив, зволоження або збору врожаю, а також розрахувати час навантаження та доставки вантажу покупцеві; стежити за температурним режимом у приміщенні для зберігання та транспортування, щоб уникнути псування та доставити свіжі продукти; передбачити врожайність і дохід, а також отримати поради щодо того, як покращити управління врожаєм порівняно з минулими результатами.

Технологія точного землеробства забезпечує високоточне управління полем, що враховує неоднорідність ґрунту. Супутникові дані, дрони та GPS-системи можна використовувати для оптимізації розподілу добрив і води [4,5].

Використання роботів та систем автоматизації в сільському господарстві може допомогти зменшити залежність від ручної праці та підвищити точність польових робіт, таких як збирання врожаю, сівба та підготовка ґрунту.

Оцінка впливу нових технологій на навколишнє середовище є важливим аспектом досліджень. Мінімізація використання хімікатів, збереження водних ресурсів і скорочення викидів парникових газів є важливими перевагами розумних рішень в аграрному секторі.

Актуальність інтеграції інновацій в агропромисловий комплекс також досліджувалася з точки зору їх впливу на економічну ефективність та зайнятість населення. Впровадження нових технологій може зменшити потребу у фізичній праці, але вимагає освіти та підготовки кваліфікованих кадрів [6,7,8].

Висновки: Впровадження інтелектуальних технологій в АПК є

важливим кроком у трансформації сектору і призведе до підвищення продуктивності, зниження витрат та покращення екологічної стійкості.

Такі технології мають великий потенціал для подальшого розвитку аграрного сектору. Працівники неминуче отримають користь від плодів своєї праці, Отримання інформації в режимі реального часу та подальше її інтегрування в стратегії вирощування сільськогосподарських культур може максимізувати врожайність, зменшити втрати та забезпечити стійкі методи ведення сільського господарства.

Це допоможе підвищити ефективність сільськогосподарських процесів та забезпечити стале виробництво продуктів харчування за рахунок зменшення навантаження на екосистему. У майбутньому впровадження інновацій та автоматизації в АПК і надалі сприятиме підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності сільського господарства.

Список використаних джерел

1. Григоренко В. та інш. Сучасні проблеми енергетики та можливі способи їх вирішення.. Збірник матеріалів XI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2023» (Київ, 21 листопада 2023 р.). / упоряд.: А. Яцишин. К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2023. С. 293-295. http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/17343

2. Гринько, В. М. Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: можливості та перспективи. Науковий журнал аграрних досліджень. 2020. № 2. С. 45–52.

3. Павлюк, І. О. Інтернет речей в сільському господарстві. Аграрна наука. 2019. http://agroscience.com.ua/articles/internet_of_things.pdf.

4. Ткаченко, Л. В. Штучний інтелект і Big Data як інструменти підвищення ефективності агропромислового виробництва. Технології в аграрній сфері. 2021. № 1. С. 12–19.

5. Сидоренко, М. А. Прецизійне землеробство: сучасні підходи та перспективи розвитку. Вісник аграрної науки. 2020. Т. 35. № 4. С. 78–84.

6. Chausov, S., Sabo, A., Popova, I., Budko V. The Energy-Saving Control Criterion for Impact Crushing Machines. Problems of the Regional Energetics, 2023, 4, pp. 157-170. https://doi.org/10.52254/1857-0070.2023.4-60.12. (0)

7. Ярмолюк, О. О. Автоматизація та роботизація в АПК: нові горизонти. АгроІнновації. 2022. https://agroinnovations.com.ua/articles/robotization_in_agriculture.

8. Зубенко, І. В. Козак А. П. Сучасні технології в агропромисловому секторі: проблеми і перспективи. Економіка АПК. 2021. Т. 30. № 3. С. 115–121.

Наукові керівники: *Гулевський В. Б., к.т.н., Постол Ю.О., к.т.н. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

УДК 621.43 - 433 (075.8)

ПОБУДОВА ІНДИКАТОРНОЇ ДІАГРАМИ ДВИГУНА POWERTECH 6068HF250 В ГАЗОДИЗЕЛЬНОМУ ЦИКЛІ

Лисенко Р.Д., аспірант
Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця.

Постановка проблеми. Використання традиційного палива в сільському господарстві на сьогоднішній день все більше заміщується альтернативними видами джерелами енергії, що зумовлено постійним підвищенням цін на нафтопродукти і незадовільні екологічні характеристики. Перепоною до використання альтернативних джерел енергії є складність імплементації переобладнання традиційних дизельних двигунів з двохпалевною системою живлення. Одним із перспективних шляхів удосконалення переобладнання серійних дизельних двигунів щодо використання зрідженого нафтового газує моделювання основних параметрів роботи двигуна в газодизельному режимі, що дозволить визначити оптимальні параметри функціонування.

Мета дослідження: моделювати основні параметри роботи двигуна в газодизельному режимі

Основні результати дослідження: Значення тиску в циліндрі у характерних точках діаграми внесемн в таблицю 1. По даних таблиці будуємо політропу розширення.

Таблиця 1

Значення тиску газів в циліндрі у характерних точках

P_r , МПа	P_a, МПа	P_c , МПа	Pz , МПа	P_b , МПа
0,209	0,201	9,688	14,532	0,632

Будуємо плоску систему координат. По осі абсцис відкладаємо значення об'єму циліндра V, по осі ординат – значення тиску газів P в циліндрі.

Масштаб по осі V:

$$m_V = \frac{V_a}{[V_a]}, \text{л/мм} \qquad (1.1)$$

де V_a - повний об'єм циліндра, л,

$[V_a]$ – відстань на креслені по осі абсцис, що відображає повний об'єм циліндра (мм).

Значення об'єму камери згорання визначаємо за формулою :

$$V_c = \frac{1{,}12}{17 - 1} = 0{,}07 \text{ л.}$$

Масштаб по осі *P*:

$$m_p = \frac{P_z}{[P_z]}, \text{ л/мм} \qquad (1.2)$$

де $[P_z]$ – відстань на креслені по осі абсцис, що відображає значення максимального тиску циклу в циліндрі (мм).

Перпендикулярно осі абсцис з початку координат на відстані, що в масштабі відповідає об'єму камери згорання, проводимо вертикальну пряму. Ця пряма буде відповідати положенню поршня у ВМТ. Другу пряму відкладаємо на відстані від першої, що в масштабі відповідає робочому об'єму циліндра. Ця пряма буде відповідати положенню поршня у НМТ.

Перпендикулярно осі ординат, з початку координат на відстані, що в масштабі відповідає значенню атмосферному тиску P_0 проводимо горизонтальну пряму.

Будуємо спочатку розрахункову індикаторну діаграму.

Для цього спочатку відкладаємо характерні точки діаграми з відповідними координатами: $r(P_r; V_c)$, $a(P_a; V_h)$, $c(P_c; V_c)$, $z'(P_z; V_c)$, $b(P_b; V_h)$.

Потім відкладаємо допоміжні точки з відповідними координатами: $r''(P_a; V_c)$, $z(P_z; V_z)$, $l(P_b; V_h)$.

Для визначення координат точки z знайдемо об'єм V_z. Щоб визначити об'єм V_z, використаємо формулу (1.1), де $V_z = V_r$, оскільки точка *z* характеризує кінець попереднього розширення і початок політропи розширення.

Отже, підставляючи значення у формулу визначаємо V_r :

$$V_r = \frac{1{,}19}{11{,}807} = 0{,}101 \text{ л.}$$

Починаємо будувати діаграму з початку впуску. Точку *r''* з'єднуємо з точкою *a* горизонтальною прямою припускаючи, що тиск на протязі всього такту впуску залишається сталим. З точки *a* будуємо політропу стиску.

Такт стиску на діаграмі характеризується кривою *ac*, що являє собою політропу стиску і описується формулою. У цій формулі

відношення $\frac{V_a}{V_x}$ змінюємо від 1 до e і визначаємо відповідні значення P_X політропи стиску. Для розрахунку політропи стиску використаємо табличний метод. Це полегшує обчислення так, як можна при цьому використати електронні таблиці Microsoft Excel. За даними розрахунку будуємо політропу стиску *ac*.

З точки *c* тиск зростає при постійному об'ємі, тому точки *c* і *z'* з'єднуємо вертикальною прямою.

Точку *z* з'єднуємо з точкою *z'* горизонтальною прямою, яка характеризує підведення теплоти при постійному тиску.

Потім будуємо політропу розширення яка характеризується кривою *zb*. Політропа розширення описується формулою (1.22). У цій формулі відношення $\frac{V_X}{V_r}$ змінюємо від 1 до d і визначаємо відповідні значення P_X політропи розширення.

Для побудови лінії випуску відпрацьованих газів, з'єднаємо точку *l* з точкою *r*, припускаючи, що тиск в циліндрі під час випуску не змінюється.

Отже, площа незкругленої діаграми буде обмежуватися точками *rr''acz'zblr* .

В результаті отримуємо індикаторну діаграму двигуна PowerTech 6068HF250 в газодизельному циклі, зображену на рисунку 1.

Процес впуску розпочинається в кінці ходу поршня до ВМТ, коли відкривається впускний клапан для продувки (точка r' на діаграмі), після чого тиск після закриття випускного клапана (точка), тиск в циліндрі падає до Ра і залишається сталим до точки а. Тому ділянка діаграми від точки r' до точки а описується горизонтальною прямою. Точка а' розташовується на відстані від початку координат, що в масштабі відповідає об'єму циліндра при закритті випускного клапана.

Для побудови зкругленої діаграми, запишемо координати точок зкруглення. Точки rr' з'єднуємо плавною кривою.Будуємо індикаторну діаграму. Отриману діаграму розвертаємо по куту повороту колінчастого валу двигуна, аналітичним методом з використанням Microsoft Excel .Для цього потрібно перевести координати точок діаграми $P = f(V)$ у координати $P = f(j)$. Для цього використовуємо ряд формул, що пов'язують об'єм циліндра з кутом повороту колінчастого валу. Використовуючи формулу розраховуємо об'єм циліндра V_x в залежності від кута повороту колінчастого валу.Таким чином розраховуємо V_x для всіх положень колінвала, змінюючи j від

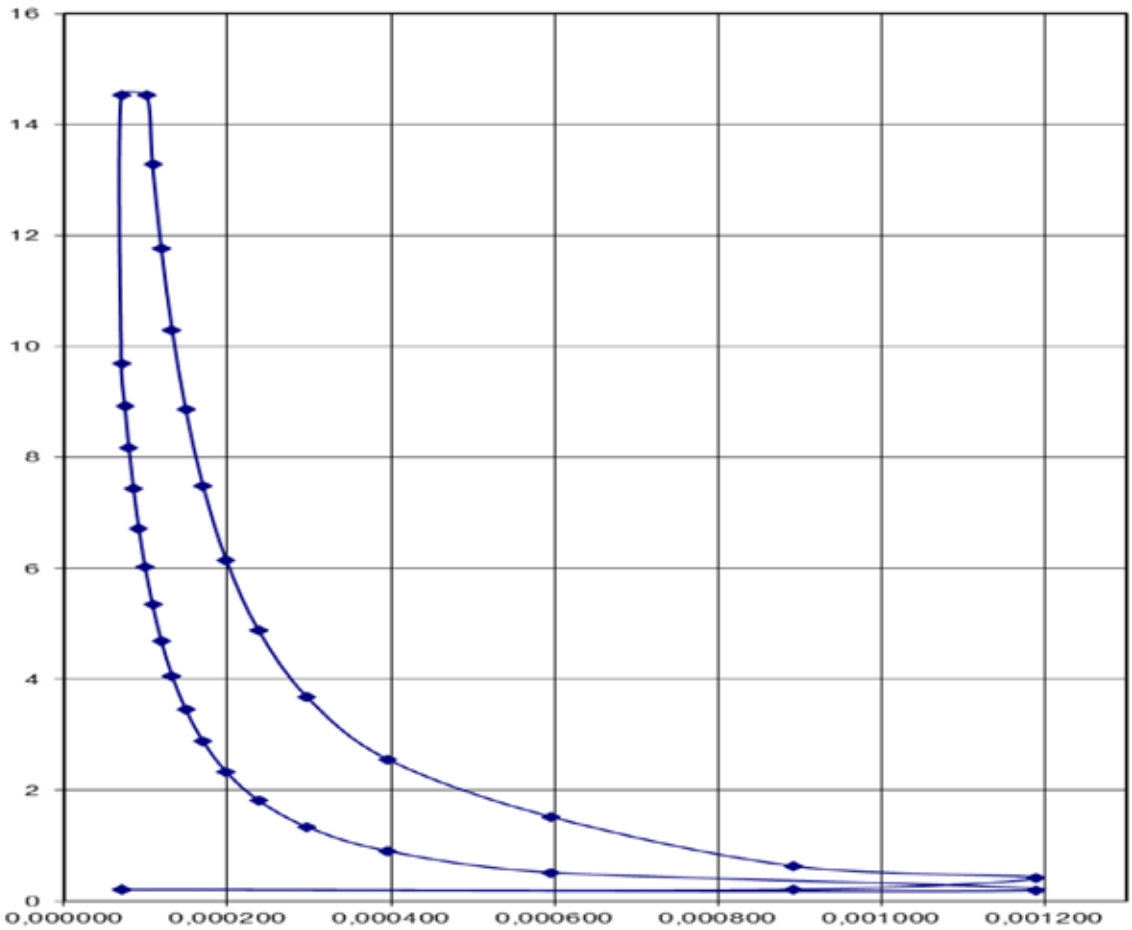


Рис 1 Індикаторна діаграма двигуна двигуна PowerTech 6068HF250 в газодизельному циклі.

0 до 720º, враховуючи фази газорозподілу. Відповідно, при повороті колінвала на деякий кут j , тиск в циліндрі P зміниться на величину P_x. Значення P_x залежить від процесів, що відбуваються в двигуні.

При положенні колінвала $j = 0$ $P_x = P_r$.

При положенні колінвала $j = j_{a¢}$, $P_x = P_{a¢}$ (закриття випускного клапана).

При провертанні колінвала на кут від $j_{a¢}$ до 180 $P_x = P_a$

Значення P_x при провертанні колінвала на кут від 180º до 360º змінюється за формулою (політропа стику).

При положенні колінвала $j = 360º$, P_x матиме два значення: $P_x = P_c$ та $P_x = P_z$.

При положенні колінвала при $j = 390{,}11º$, $P_x = P_{z¢}$

При провертанні колінвала від 390,11º до $j_{b¢}$ (відкриття випускного клапана), P_x буде змінюватися за формулою 1.22 (політропа розширення). При провертанні колінвала від $j_{b¢}$ до 540º, політропу розширення потрібно скруглити, використовуючи

коефіцієнт округлення індикаторної діаграми n. Таким чином подальші значення P_x політропи розширення домножаються на коефіцієнт округлення. При провертанні колінвала від 540° до $j_{b¢}$ (закриття впускного клапана), P_x буде плавно спадати до P_r і від $j_{b¢}$ до 720° $P_x = P_r$. В результаті отримуємо діаграму двигуна PowerTech 6068HF250 в дизельному циклі, розвернуту по куту повороту колінчастого валу (рис2.).

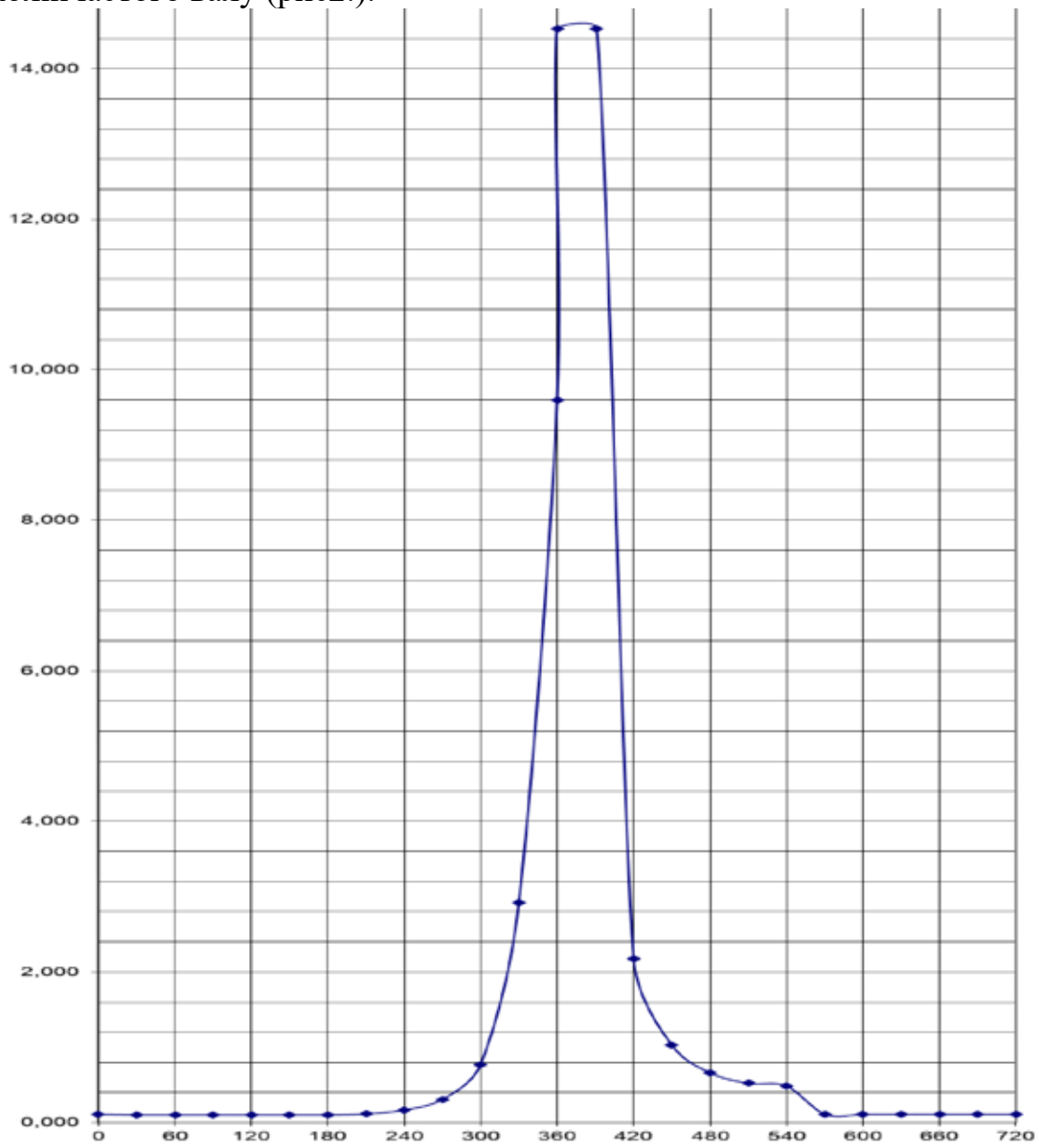


Рис. 2. Індикаторна діаграма двигуна PowerTech 6068HF250 в газодизельному циклі

Висновки. Для визначення робочих і технологічних параметрів двигуна трактора в газодизельному режимі, наприклад, визначення витрати газу LPG і дози запалювання рідкого палива та встановлення інших контрольних точок, тепловий розрахунок двигуна за

Гринівецьким – Метод Mazing з використанням середовища Mathcad є інформативним та актуальним. Отримані дані цілеспрямовано оброблялися в середовищі Microsoft Excel. Даний засіб дозволяє істотно поліпшити аналіз роботи дизельних двигунів в газодизельному режиміReferences

Список використаних джерел

1. Криштопа С., Панчук М., Козак Ф., Долішній Б., Микитій І., Скалацька О. Fuel economy raising of alternative fuel converted diesel engines // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Т. 4, № 8. С. 6–13.
2. Матеїчук В., Костіан Н., Смієшек М., Грицук І., Вербовський В. Review of Methods for Evaluating the Energy Efficiency of Vehicles with Conventional and Alternative Power Plants // Energies. – 2023. Т. 16, № 17. С. 6331.
3. Матур С., Васвані Х., Сінгх Д., Ранджан Р. Alternative fuels for agriculture sustainability: Carbon footprint and economic feasibility // AgriEngineering. 2022. Т. 4, № 4. С. 993–1015.
4. Чжан Ц., Лі Дж., Тянь Дж., Донг Р., Зоу Ц., Гао С., Тан Д. Performance, combustion and emission characteristics investigations on a diesel engine fueled with diesel/ethanol/n-butanol blends // Energy. 2022. Т. 249. С. 123733.
5. Ши З., Ван Дж., Гуо Х., Лю С. Multi-Objective Optimization of the Structural Design of a Combustion Chamber of a Small Agricultural Diesel Engine Fueled with B20 Blend Fuel at a High Altitude Area // Sustainability. 2023. Т. 15, № 15. С. 11617.
6. Аббасі С., Бахрамі Х., Гобадіан Б., Кіані Де Кіані М. Energy analysis of a diesel engine using diesel and biodiesel from waste cooking oil // Journal of Agricultural Machinery. 2018. Т. 8, № 1. С. 149–157.
7. Медерле М., Урбан А., Фішер Г., Гуфнагель У., Бернхардт Г. Optimization potential of a standard tractor in road transportation // Landtechnik. 2015. Т. 70, № 5. С. 194–202.
8. Надикто В., Фіндура П., Кюрчев В., Орел О. Influence of Biodiesel on Performance of Machine-Tractor Units // Acta technologica agriculturae. 2022. Т. 25, № 1. С. 7–12.
9. Ташев А., Димітров Е. LPG effect on performance parameters of diesel engine operated on dual-fuel mode // AIP Conference Proceedings. 2022. Т. 2449, № 1.

УДК 004.7:631.1

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Холодняк Ю.В., к.т.н.,
Гавриленко Є.А., д.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Сучасне сільське господарство перебуває під впливом глобальних викликів: війни, зміна клімату, обмеженість природних ресурсів та необхідність забезпечення продовольчої безпеки. В умовах підвищеної конкуренції та економічної нестабільності агропідприємства змушені шукати нові способи оптимізації процесів, підвищення ефективності та зменшення витрат. Традиційні підходи до управління агротехнологічними процесами часто не забезпечують належної гнучкості та швидкості адаптації до змін.

Штучний інтелект (ШІ) відкриває нові можливості для сільського господарства, завдяки здатності аналізувати великі обсяги даних, прогнозувати події та автоматизувати рутинні процеси. Зокрема, алгоритми машинного навчання можуть допомогти в управлінні врожайністю, точному землеробстві та системах поливу, що сприяє ефективнішому використанню ресурсів [1-2]. Комп'ютерний зір дозволяє вчасно виявляти шкідників та хвороби рослин, а роботизовані системи з ШІ можуть виконувати такі завдання, як посів та збір урожаю, значно зменшуючи потребу в людській праці.

Впровадження ШІ в агросекторі також відповідає сучасним концепціям сталого розвитку, дозволяючи оптимізувати використання води, добрив та пестицидів, що зменшує негативний вплив на довкілля. Таким чином, дослідження можливостей застосування ШІ в агросекторі є актуальним і відповідає потребам в підвищенні продуктивності, економічної ефективності та екологічної відповідальності.

Метою цієї статті є дослідження можливостей застосування штучного інтелекту для оптимізації ключових агротехнологічних процесів.

Основні матеріали дослідження. Одним із ключових напрямів використання ШІ в агросекторі є моніторинг стану посівів і прогнозування врожаю. Завдяки обробці даних із супутників, дронів та сенсорних систем, аграрії отримують точну інформацію про розвиток культур та стан ґрунту, що дозволяє своєчасно приймати рішення для підвищення врожайності. Ці рішення сприяють зменшенню втрат через шкідників, хвороби або несприятливі погодні умови.

Одним із яскравих прикладів застосування ШІ для моніторингу посівів і прогнозування врожайності є рішення, запропоновані компанією Climate Corporation, дочірньою компанією Bayer. Її платформа FieldView використовує штучний інтелект для обробки даних із супутникових знімків, дронів і сенсорних систем, що дозволяє аграріям контролювати стан посівів і ґрунту [3]. FieldView надає дані про рівень вологи, температуру, вміст поживних речовин і наявність шкідників або хвороб на полях. На основі цього аналізу аграрії отримують прогнози щодо врожайності й поради щодо оптимального часу внесення добрив або обприскування, що сприяє підвищенню врожайності й зменшенню витрат.

Іншим прикладом є використання супутникових даних у рамках платформи Planet Labs. Завдяки щоденному оновленню знімків у високій роздільній здатності платформа дозволяє фермерським господарствам бачити зміну стану посівів у режимі реального часу [4]. Використання цих даних разом з аналітичними алгоритмами ШІ дозволяє виявляти ранні ознаки шкідників або дефіциту поживних речовин, а також прогнозувати врожайність, враховуючи погодні умови та стан ґрунтів. Такий моніторинг дозволяє швидко реагувати на потенційні проблеми та запобігати значним втратам урожаю.

ШІ також застосовується для автоматизованого керування поливом та внесенням добрив. Аналізуючи дані сенсорів, прогнозів погоди та фаз розвитку культур, системи штучного інтелекту оптимізують використання води та добрив, що не тільки зменшує витрати, але й мінімізує екологічні ризики. Завдяки таким технологіям досягається більш раціональне використання природних ресурсів.

Одним із прикладів використання штучного інтелекту для автоматизованого управління поливом та внесенням добрив є система “Smart Irrigation” від компанії Netafim. Ця система використовує дані з сенсорів ґрунту, метеорологічні дані та інформацію про стадії розвитку рослин для оптимізації поливу. Вона дозволяє аграріям зменшити споживання води, знизити витрати на добрива та мінімізувати екологічні ризики, такі як забруднення ґрунту. За даними Netafim, впровадження таких технологій може зменшити використання води до 30% і підвищити врожайність на 20-30% завдяки точному контролю за потребами культур.

Інший напрямок – автоматизація технічних процесів за допомогою роботизованих систем. Наприклад, автономні трактори та дрони виконують складні завдання, такі як посів, обприскування та збір врожаю, із високою точністю. Це зменшує залежність від людського фактора та підвищує продуктивність виробництва. Сучасні платформи дозволяють фермерам контролювати роботу техніки дистанційно через мобільні додатки, що спрощує управління та оптимізує логістику робіт.

Прикладом э автономний трактор John Deere 8R. Цей трактор використовує комплекс передових технологій, що включають

комп'ютерний зір, GPS-навігацію та мобільний додаток для віддаленого керування. Його розробка спрямована на подолання ключових викликів агровиробників, таких як нестача робочої сили та необхідність обробляти великі площі за короткий час [5].

Трактор обладнаний шістьма парами стереокамер для 360-градусного бачення, що дозволяє йому ідентифікувати перешкоди та ухвалювати рішення про зупинку чи продовження руху менш ніж за 100 мілісекунд. За час тестування машина зібрала понад 50 мільйонів зображень, що допомогло навчити її розпізнавати об'єкти та оптимально виконувати агрономічні завдання на полі. Наприклад, цей трактор здатен обробляти понад 130 гектарів ґрунту за добу, що значно підвищує продуктивність фермерів.

Фермери можуть легко керувати трактором через мобільний додаток John Deere Operations Center. Виконавши базові налаштування на місці, вони можуть залишити поле й контролювати роботу машини дистанційно, отримуючи сповіщення про можливі проблеми та переглядаючи відеопотік у реальному часі. Це дозволяє аграріям оптимізувати розподіл ресурсів і виконувати інші важливі завдання, поки автономна техніка працює самостійно.

Таким чином, інтеграція ШІ у сільське господарство дозволяє оптимізувати всі етапи виробництва – від підготовки ґрунту до зберігання та збуту продукції. Використання аналітичних інструментів на основі ШІ сприяє підвищенню ефективності процесів, скороченню витрат і зменшенню екологічного впливу. Розвиток цих технологій відіграє важливу роль у досягненні сталого розвитку агропромислового комплексу та відповіді на глобальні виклики, пов'язані зі зростанням населення та зміною клімату.

Використання ШІ в агросекторі України також набирає обертів, адже аграрії прагнуть підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати та адаптуватися до змінних кліматичних умов [6]. Системи ШІ активно впроваджуються для автоматизації управління поливом. Наприклад, українська агрокомпанія "Агросфера" використовує рішення, що аналізують дані з сенсорів для оптимізації поливу, що дозволяє зменшити витрати води і добрив, покращуючи здоров'я рослин і підвищуючи врожайність.

Аналіз великих обсягів даних, зібраних під час вирощування культур, також став важливим напрямком використання ШІ. Компанія "AgroHub" впроваджує алгоритми машинного навчання для обробки історичних даних про врожайність, погодні умови та зміни в ґрунті. Це дозволяє аграріям отримувати точні прогнози щодо найкращих дат посіву і оптимальних видів добрив.

Перспективи впровадження ШІ в агросекторі України виглядають обнадійливо. Уряди та приватні компанії активно підтримують цифровізацію агробізнесу, а інвестиції в новітні технології продовжують зростати. Впровадження технологій, таких як

Internet of Things (IoT) і хмарні обчислення, створює нові можливості для аграріїв у використанні даних для підвищення ефективності та стійкості виробництва.

Таким чином, впровадження штучного інтелекту в агросектор України не лише підвищує ефективність сільськогосподарських процесів, але й сприяє сталому розвитку галузі. Завдяки новим технологіям аграрії отримують можливість зменшувати витрати та оптимізувати використання природних ресурсів, що є критично важливим для адаптації до сучасних викликів.

Проте, впровадження ШІ супроводжується низкою недоліків. Однією з основних проблем є висока вартість технологій та обладнання. Автономні системи та платформи ШІ потребують значних інвестицій, що можуть бути недоступними для малих і середніх господарств. Крім того, для інтеграції ШІ в агровиробництво необхідна інфраструктура, зокрема широкосмуговий доступ до Інтернету в сільських районах, що в багатьох регіонах досі обмежений.

Ще одним викликом є потреба у кваліфікованих спеціалістах, які зможуть обслуговувати та налаштовувати ШІ-системи. Недостатній рівень технічних знань серед працівників може стати бар'єром для використання цих технологій. Виникають також етичні та екологічні питання, пов'язані з впровадженням ШІ, зокрема щодо захисту персональних даних і безпеки при автономній роботі машин.

Таким чином, хоча штучний інтелект відкриває безпрецедентні можливості для агропромислового комплексу, його впровадження потребує значних інвестицій, розвитку інфраструктури та підвищення рівня технічної освіти серед працівників галузі.

Висновки. В роботі досліджується роль ШІ в агропромисловому комплексі. Підкреслюється його значення для підвищення ефективності виробництва, оптимізації використання ресурсів і стійкого розвитку сільського господарства. ШІ відкриває нові можливості для інтеграції з Big Data, хмарними технологіями та Інтернетом речей, що дозволяє аграріям збирати й аналізувати великі обсяги даних, отримуючи точні прогнози щодо врожайності, кліматичних умов і стану ґрунтів. Інтеграція цих технологій сприяє розробці інтелектуальних систем управління фермерськими господарствами, де автономні роботи, дрони та спеціальні програмні платформи забезпечують безперервний моніторинг і оперативне втручання в агропроцеси.

Проаналізовано перспективи розвитку автономних систем і прогнозних моделей, які дозволяють фермерам краще управляти ризиками в умовах зміни клімату. ШІ сприяє адаптації аграрних практик до нових екологічних викликів, що допомагає підвищити стійкість фермерських господарств і забезпечити продовольчу безпеку. Разом з тим, важливими залишаються виклики, пов'язані з високими початковими витратами, потребою в інфраструктурі та наявності

технічних навичок серед працівників.

Таким чином, штучний інтелект виступає важливим інструментом для модернізації агропромислового комплексу, сприяючи сталому розвитку і покращенню ефективності всіх етапів аграрного виробництва. У майбутньому продовження досліджень і розробка нових рішень у сфері ШІ стане ключем до розв'язання глобальних проблем сільського господарства і підтримки його конкурентоспроможності.

Список використаних джерел

1. Anton M. Automated Machine Learning using Evolutionary Algorithms. *IEEE 16th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing*. 2020. P. 101-107. **DOI:** 10.1109/ICCP51029.2020.9266163

2. Mana A.A., Allouhi A., Hamrani A., etc. Sustainable AI-based production agriculture: Exploring AI applications and implications in agricultural practices. *Smart Agricultural Technology*. 2024. V.7. P.1-15. **DOI:** 10.1016/j.atech.2024.100416

3. Bayer demonstrates digital technologies as a key enabler for regenerative agriculture [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.bayer.com/media/en-us/bayer-demonstrates-digital-technologies-as-a-key-enabler-for-regenerative-agriculture/ (дата звернення 21.10.2024)

4. Planet Data Helps Advance the Promise of Digital Agriculture [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.planet.com/pulse/next-generation-agriculture-monitoring-at-scale-with-planets-crop-biomass/ (дата звернення 31.10.2024)

5. John Deere unveils its first autonomous tractor for large-scale production [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.deere.com.au/en/news/all-news/first-autonomous-tractor-for-large-scale-production/ (дата звернення 31.10.2024)

6. UNIDO. Mapping the Use of Artificial Intelligence in Ukraine [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/AI_Ukraine.pdf (дата звернення 31.10.2024)

УДК 631.674.5

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ДАТЧИКІВ CROPTIDE ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЗРОШЕННЯ ПЛОДОВИХ КІСТОЧКОВИХ ДЕРЕВ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Латоша В.В.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Кліматичні зміни, що відбуваються в останні десятиріччя, зокрема збільшення тривалості посух та бездощових періодів, зумовлюють науковців і виробничників змінювати добре відомі й відпрацьовані раніше підходи до господарювання та розробляти нові, тобто пристосовувати сучасні заходи до цих змін [1].

Розвиток сільського господарства України ніколи не зупинявся, тому кожного року ми можемо спостерігати нові ідеї та впровадження у аграрному секторі виробництва, як з точки зору технологій так і технічних засобів. Тому з плином часу аграрії повинні активно аналізувати і впроваджувати нові розробки як вітчизняних так і закордонних науковців аграрної сфери.

Основні матеріали дослідження. Протягом багатьох років спостережень ми бачимо, що зона Південного степу України не є досить комфортною для вирощування сільськогосподарських культур в першу чергу у зв’язку із кліматичними умовами. Природного зволоження в зоні Південного степу недостатньо для нормального росту і розвитку дерев. Сума опадів становить від 310 до 500 мм за рік, які нерівномірно розподіляються за місяцями. Значної шкоди плодовим культурам завдає не тільки ґрунтова посуха, а й суховійні вітри. Внаслідок дефіциту ґрунтової та повітряної вологи знижується зимостійкість дерев, виникає періодичність плодоношення та зменшується урожайність [2].

Вирощування плодових кісточкових культур в природних умовах Південного степу України супроводжується ризиками втрати виробниками частки потенційного врожаю. Весняні заморозки негативно впливають на збереженість наприклад генеративних бруньок дерев абрикоса через їх біологічні особливості (нетривалий період спокою та раннє цвітіння). Протягом останнього десятиріччя заморозки у період бутонізації і цвітіння абрикоса стали постійними [3].

З вищеперерахованого можна зробити висновок, що отримання стабільних значних врожаїв плодових кісточкових культур в умовах Південного степу через недостатню зволоженість можливе лише за умови використання систем зрошення.

Найпоширенішими видами зрошення у зоні Південного степу

України для вирощування плодових кісточкових дерев є краплинне зрошення та дощування (мікродощування). Беручи до уваги, що крім необхідності проведення повсякденних поливів дерев протягом періоду росту, ми маємо необхідність у проведенні більш специфічних видів поливів, такі як протизаморозкові та освіжні, то можемо зробити висновок про доцільність використання саме мікродощування, що дозволить контролювати мікроклімат для плодових дерев протягом всього часу розвитку рослин.

На етапі сьогодення створення провідних технологій дощування дрібнодисперсним способом плодових насаджень необхідною умовою є отримання інформації про стан дерев як зовнішній так і внутрішній, стани ґрунту та навколишнього середовища. Отримання та обробка цих даних є важливим науково-виробничим завданням для впровадження автоматизованих систем дрібнодисперсного дощування.

У довоєнні часи ми проводили досліди автоматизованих систем дрібнодисперсного дощування і їх окремих елементів на Мелітопольській дослідній станції садівництва імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН. Для отримання інформації про стан плодових кісточкових дерев використовувались датчики, які могли фіксувати зміни у кселемному потоці рослин і на основі цього автоматизовану систему можливо запрограмувати на увімкнення та вимкнення поливу в необхідні моменти часу.

На сьогодні вже існують більш сучасні та перспективні засоби отримання інформації про стан дерев. Зокрема датчики розроблені виробником Croptide. Розробник має на меті підтримувати покращення результатів урожайності та якості і скорочення вхідних ресурсів, надаючи точну модель оптимального стану рослин, як далеко рослини знаходяться від цього стану та як регулювати вхідні ресурси для його досягнення. Croptide працює над створенням всеосяжного цифрового запису стану рослин – наразі датчик може реєструвати стан води (транспірацію, водний потенціал і реакцію на дощі та зрошення), але дослідження на цьому не зупиняються і наступним кроком є фізіологічні стадії рослин і концентрації поживних речовин [4].

Важливим питанням для таких датчиків є тривалість їх експлуатації, оскільки вони знаходяться на стовбурах плодових дерев і відкриті для зовнішніх подразників навколишнього середовища. Датчики Croptide розраховані на 5-10 років роботи на стеблі рослини, витримуючи при цьому всі операції в саду, включаючи машинний збір культур.

Виробництво вищевказаних датчиків розташовується у Новій Зеландії і на даний момент досліди проводять у закритому форматі для власних партнерів. Також різноманітність плодових дерев може відрізнятись від наших вітчизняних, але розробники запевняють, що не зупиняться на дослідах лише одного виду дерев. До того ж в Україні достатня кількість власних виробництв та дослідних станцій, які у

перспективі можуть продовжити проводити досліди для різних кісточкових культур за умов клімату Південного степу.

Висновки. Таким чином, на сьогоднішній момент і з урахуванням складної ситуації для сільського господарства і країни в цілому, виробники сільськогосподарської продукції за умов використання систем дрібнодисперсного дощування мають звернути увагу на технічний розвиток елементів систем поливу, зокрема датчиків фіксування інформації стану рослин та ґрунтово-кліматичних умов. За можливості впроваджувати більш сучасні технічні засоби для зменшення втрат врожаю і підвищення якості отриманої продукції для більшої конкурентоспроможності вітчизняних товарів на світовому ринку.

Список використаних джерел

1. Гамаюнова В.В. Необхідність залучення посухостійких культур для вирощування в зоні степу України за зміни клімату. Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 75-ти річчю від дня народження професора Валентини Василівни Калитки (м. Мелітополь, 26 травня 2021 р). ТДАТУ ім. Дмитра Моторного. Факультет агротехнологій та екології. 2021. С. 30–33.

2. Латоша В.В. Обґрунтування напрямку досліджень щодо управління параметрами системи мікрозрошування плодових культур під час проведення вегетаційних поливів. Збірник наукових праць магістрантів та студентів: механіко–технологічний факультет; С. 121–122.

3. Одинцова В.А., Філіпов Д.О., Латоша В.В. Захист насаджень абрикоса від весняних заморозків випарним охолодженням бруньок. Актуальні питання виробництва плодоовочевої продукції та винограду: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (Мелітополь, 22 квітня 2021 р.);С. 38–40.

4. Croptide. Frequently asked questions. URL: https://croptide.com/faq/.

УДК 697.385

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОГЕНЕРАТОРІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ

Чіпка В.А., 21ГМ групи,
Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Наногенератори є інноваційними пристроями, що здатні перетворювати механічну енергію з навколишнього середовища в електричну. Їхнє значення у сучасній науці та техніці постійно зростає, оскільки вони можуть забезпечувати автономне енергоживлення для широкого спектру пристроїв [1]. Історія розвитку наногенераторів починається з відкриття п'єзоелектричного ефекту у наноматеріалах, і наразі ця галузь активно розвивається. Дослідження наногенераторів є надзвичайно актуальними для вирішення прикладних задач у різних сферах.

Основні матеріали дослідження На сьогоднішній день існує кілька типів наногенераторів: трибоелектричні, п'єзоелектричні та гібридні. Для їх виготовлення використовуються різноманітні матеріали, включаючи оксиди металів, полімери та композитні матеріали [2]. Технології виробництва наногенераторів також постійно вдосконалюються, що дозволяє збільшувати їхню ефективність та зменшувати розміри. Наприклад, трибоелектричні наногенератори можуть досягати ефективності перетворення енергії понад 50% [1]. Поточні дослідження у галузі наногенераторів спрямовані на підвищення ефективності перетворення енергії та збільшення довговічності пристроїв.

Розвиток наногенераторів стикається з низкою проблем. Основні матеріалознавчі виклики включають підбір матеріалів з оптимальними властивостями та забезпечення їхньої довговічності. Наприклад, для п'єзоелектричних наногенераторів необхідно знайти матеріали, які можуть витримувати понад 10 мільйонів циклів навантаження без значного зниження продуктивності [2]. Технологічні виклики пов'язані з масовим виробництвом та інтеграцією наногенераторів з іншими системами. Економічні аспекти включають вартість виробництва, яка може становити від 100 до 500 доларів за одиницю залежно від типу та застосування. Крім того, існують екологічні проблеми, пов'язані з впливом на довкілля під час виробництва та утилізації наногенераторів [3].

Наногенератори мають великий потенціал у різних сферах. Відновлювана енергетика може скористатися ними для збирання

енергії з навколишнього середовища, таких як механічні вібрації, рухи тіла або вітер. У медицині наногенератори можуть використовуватися для енергетичного забезпечення імплантованих пристроїв та медичних сенсорів. Промисловість може застосовувати наногенератори у датчиках та автономних системах живлення для IoT [2]. У побутовій електроніці наногенератори можуть інтегруватися у персональні гаджети та енергоефективні системи. За прогнозами, до 2030 року ринок наногенераторів може досягти обсягу 1 мільярд доларів [3].

Наногенератори можуть ефективно вирішувати низку прикладних задач. Вони здатні забезпечувати енергетичне живлення біомедичних імплантатів, що робить їх функціонування більш автономним. У пристроях Інтернету речей (IoT) наногенератори можуть слугувати автономними джерелами живлення, що дозволяє зменшити залежність від традиційних батарей. У розумних текстилях для електроніки наногенератори можуть забезпечувати енергію для вбудованих пристроїв. Автономні датчики, що використовують наногенератори, можуть застосовуватися для моніторингу довкілля та промислових процесів. Наприклад, такі датчики можуть зібрати до 10 мкВт електроенергії з кожного квадратного сантиметра тканини, що рухається [1].

Сучасні дослідження та експерименти вже продемонстрували ефективність наногенераторів у різних умовах. Наприклад, у лабораторних умовах вчені успішно створили п’єзоелектричні наногенератори на основі наностріжнів оксиду цинку, які здатні генерувати електричний струм під впливом незначних механічних вібрацій. Ці пристрої показали високу ефективність перетворення енергії, що дозволяє їх використовувати у медичних імплантатах для підтримання функціонування без потреби в зовнішньому джерелі живлення [4]. У реальних умовах також були проведені успішні тести трибоелектричних наногенераторів, вбудованих у тканину одягу, що може генерувати електроенергію під час руху людини. Такі досягнення відкривають нові можливості для широкого впровадження наногенераторів у різних галузях.

Одним із перспективних напрямків розвитку наногенераторів є їх інтеграція з іншими інноваційними технологіями, такими як штучний інтелект та мережі 5G. Наприклад, використання штучного інтелекту для оптимізації роботи наногенераторів може підвищити їх ефективність та адаптивність до змінних умов навколишнього середовища. Мережі 5G, зі своєю високою швидкістю передачі даних та низькою затримкою, можуть забезпечити ефективну взаємодію між наногенераторами та іншими смарт-пристроями в реальному часі [1,2]. Крім того, розвиток нових матеріалів, таких як двовимірні матеріали (наприклад, графен), може суттєво покращити характеристики наногенераторів. Ці матеріали мають унікальні електричні та механічні властивості, які дозволяють створювати більш компактні та ефективні

пристрої.

Рекомендації [1-4]:

- розробка нових матеріалів та покращення існуючих для підвищення ефективності та довговічності наногенераторів.
- інвестиції в дослідження та розвиток технологій масового виробництва.
- створення законодавчих та екологічних стандартів для зменшення негативного впливу на довкілля.
- залучення міждисциплінарних команд для розробки інноваційних рішень на основі наногенераторів.

Висновки. Узагальнюючи, розвиток та впровадження наногенераторів стикається з низкою проблем, включаючи матеріалознавчі, технологічні, економічні та екологічні аспекти. Проте перспективи їх використання є надзвичайно широкими та охоплюють такі сфери, як відновлювана енергетика, медицина, промисловість та побутова електроніка. Для подальшого прогресу у цій галузі необхідно продовжувати міждисциплінарні дослідження та розробки, що дозволять подолати існуючі виклики та реалізувати потенціал наногенераторів.

Список використаних джерел

1. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250 с.

2. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

3. Ковальов О.О, Самойчук К.О., Необхідні умови забезпечення конкурентоздатності україни на світових ринках продуктів харчування. Матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії» (3-4 листопада 2022 р). вид. ФОП Гордієнко Є.І., Черкаси, 2022 с. 143–146.

4. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: Вид. «ММД», 2020. 428 с.

СЕКЦІЯ 4. НОВАЦІЇ У ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 621.225.001.4

ВПЛИВ ЗМІНИ ФОРМИ РОЗПОДІЛЬНИХ ВІКОН НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ ПЛАНЕТАРНИХ ГІДРОМОТОРІВ

Панченко А. І.[1], д.т.н.,
Волошина А. А.[1], д.т.н.,
Холод І.М.[1], асистент,
Волошин А. А.[2], викладач спецдисциплін
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.*
[2]*ВСП «Мелітопольський коледж ТДАТУ», м. Запоріжжя*

Постановка проблеми. Аналіз проведених досліджень, пов'язаних з проектуванням гідромашин [1–3], дозволяє зробити висновок, що вони виконувалися без належного врахування низки важливих чинників. Основним вузлом, що визначає працездатність планетарних гідромашин є розподільна системи [4–6]. Від конструкції та виконання елементів розподільної системи залежать такі параметри гідромашини, як пропускна здатність, гідравлічний та об'ємний ККД, максимальне і мінімальне число обертів та витрата робочої рідини. Таким чином, проведення досліджень пов'язаних з підвищенням технологічності виготовлення елементів розподільних систем є актуальним завданням, спрямованим на підвищення пропускної здатності планетарних гідромоторів.

Основні матеріали дослідження. Для підвищення пропускної здатності планетарних гідромоторів шляхом підвищення технологічності виготовлення елементів їх розподільних систем необхідно: розробити розрахункові схеми, математичну модель та алгоритм розрахунку, що дозволять досліджувати вплив зміни геометричних параметрів розподільної системи з вікнами круглої форми на зміну пропускної здатності планетарного гідромотора.

Розподільна система планетарного гідромотора складається з нерухомого та рухомого розподільників. На торцевій поверхні нерухомого розподільника виконані вікна нагнітання і зливу. З цими вікнами контактують робочі і розвантажувальні вікна рухомого розподільника, розташовані на його торцевій поверхні. Накладення робочих і розвантажувальних вікон рухомого розподільника на вікна нагнітання і зливу нерухомого розподільника утворюють зону розподілу та відображають схему миттєвого положення фаз розподілу робочої рідини (рис. 1). На розрахунковій схемі (рис. 1) показано утворення зон нагнітання і зливу при підводі (відводі) робочої рідини

до робочих камер гідромотора.

За аналогією роботи розподільної системи з сегментними вікнами [4–6] між кількістю робочих вікон рухомого Z_1 і нерухомого Z_2 розподільників існує взаємозв'язок: $Z_2 = 2Z_1 + 2$, при цьому $Z_2 = 2Z$, де Z – кількість циклів, обумовлена кінематичною схемою розподільної системи. Відомо [4–6], що кількість циклів не може бути менше трьох, тобто $Z \geq 3$. Співвідношення кількості вікон нагнітання $Z_2/2$ нерухомого розподільника до кількості робочих вікон $Z_1/2$ рухомого розподільника визначає кінематичну схему розподільної системи.

Кут між робочими вікнами рухомого розподільника (рис. 2) в статичному положенні дорівнює $a = 2p / Z_1$, а кут між вікнами нерухомого розподільника – $b = 2p / Z_2$.

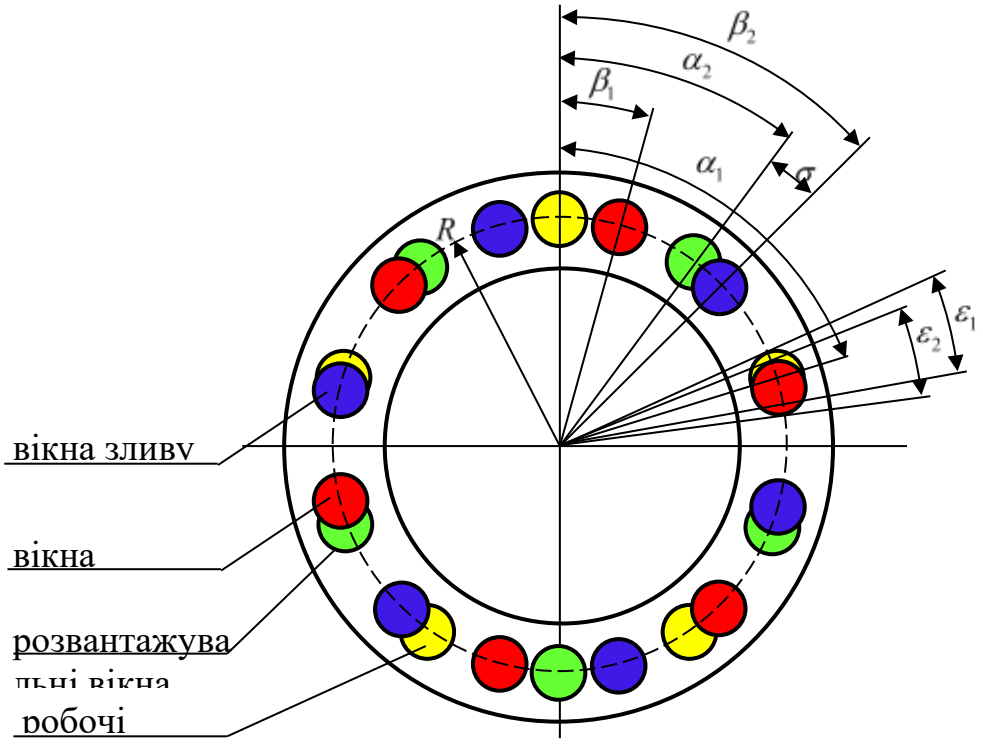


Рис. 1. Розрахункова схема миттєвого положення фаз розподілу робочої рідини розподільної системи з круглими вікнами

Кут розташування першого робочого вікна a_1 рухомого розподільника визначається за виразом $a_1(t) = 2\pi \cdot n \cdot t$, а поточні кути розташування наступних вікон рухомого розподільника будуть дорівнювати: $a_2(t) = a_1(t) + a$, …, $a_i(t) = a_{i-1}(t) + a$..

Кут розташування першого вікна нагнітання b_1 нерухомого розподільника визначається за виразом: $b_1 = \pi / Z_2$, а поточні кути розташування наступних вікон нерухомого розподільника будуть дорівнювати: $b_2 = b_1 + b$, …, $b_i = b_{i-1} + b$.

Кут між поточними центрами вікон рухомого і нерухомого розподільників, які знаходяться в перекритті, визначається за виразом:

$s_i(t) = |b_i - a_i(t)|$, причому для перекриття розподільних вікон повинна виконуватися умова $s_i \le b / 2$.

При визначенні кутів, що обмежують геометричні параметри вікон рухомого e_1 і нерухомого e_2 розподільників, необхідно дотримуватися умови $e_1 + e_2 = 2p / Z_2$. Тоді, мінімальний кут, що обмежує геометричні параметри вікон рухомого і нерухомого розподільників, буде дорівнювати [7, 8]:

$$e_{1\min} = e_{2\min} = 2\arcsin\frac{d}{2R}, \quad (1)$$

де d – мінімально можливий діаметр вікна, вибирається виходячи з конструктивних особливостей;

R – радіус розташування розподільних вікон.

Максимальний кут, що обмежує геометричні параметри вікон рухомого і нерухомого розподільників, дорівнює:

$$e_{1\max} = e_{2\max} = \frac{2p}{Z_2} - e_{1\min}. \quad (2)$$

Виходячи з цього радіус вікна рухомого розподільника дорівнює:

$$r_1 = R \times \sin\frac{e_1}{2}, \quad (3)$$

а радіус вікна нерухомого розподільника:

$$r_2 = R \times \sin\frac{e_2}{2}. \quad (4)$$

Площа перекриття S вікон нерухомого розподільника вікнами рухомого визначається на підставі розрахункової схеми. Поточна площа перекриття S_i вікна нагнітання нерухомого розподільника робочим вікном рухомого розподільника відповідає площі фігури $ABCD$ [7, 8].

$$S_i = S_{1i} + S_{2i}, \quad (5)$$

де S_{1i} – площа сегмента ABC, $S_{1i} = \frac{r_1^2}{2}(j_{1i} - \sin j_{1i})$;

S_{2i} – площа сегмента ADC, $S_{2i} = \frac{r_2^2}{2}(j_{2i} - \sin j_{2i})$;

де $j_{1i} = 2\arccos\left(\frac{R_1}{r_1} \times \sin\frac{s_i}{2}\right)$;

$j_{2i} = 2\arccos\left(\frac{R_2}{r_2} \times \sin\frac{s_i}{2}\right)$.

Тоді, площа перекриття S_i вікна нагнітання нерухомого розподільника робочим вікном рухомого розподільника дорівнює:

$$S_i = \frac{r_1^2}{2}(\varphi_{1i} - \sin\varphi_{1i}) + \frac{r_2^2}{2}(\varphi_{2i} - \sin\varphi_{2i}). \quad (6)$$

У разі однакових геометричних параметрів вікон рухомого і нерухомого розподільників, тобто $r_1 = r_2 = r$, $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$, площа прохідного перетину розподільної системи з круглими вікнами буде дорівнювати:

$$S(t) = \sum S_i = \sum_{i=1}^{Z} (\varphi_i - \sin\varphi_i) \times r^2. \quad (7)$$

Пропускна здатність розподільної системи планетарного гідромотора визначається, як течія робочої рідини через щілину [7–10]:

$$Q = \mu \sum_{i=1}^{Z} (\varphi_i - \sin\varphi_i) \times r^2 \times \sqrt{\frac{2(p_{вх} - p_{вих})}{r}}, \quad (8)$$

де μ – коефіцієнт витрати;

ρ – щільність робочої рідини;

$p_{вх}$ – тиск на вході в гідромотор;

$p_{вих}$ – тиск на виході з гідромотора.

Розроблена математична модель, дозволяє досліджувати вплив зміни геометричних параметрів розподільної системи з круглими вікнами на вихідні характеристики планетарного гідромотора.

Взаємозв'язок геометричних параметрів розподільної системи та вихідних характеристик планетарного гідромотора досліджена на ПЕОМ за допомогою пакета імітаційного моделювання Vissim.

В результаті проведених досліджень визначено взаємозв'язок між площею прохідного перетину (пропускною здатністю) та кінематичними схемами розподільної системи планетарного гідромотора (табл. 1).

Встановлено, що зі збільшенням кількості робочих вікон рухомого розподільника площа прохідного перетину зменшується. При цьому зменшується і амплітуда коливань площі. При додатковому використанні розвантажувальних вікон рухомого розподільника в якості робочих вікон пропускна здатність збільшується на 15...30% – з використанням двох, 20...35% – з використанням трьох і 50...100% – з використанням чотирьох розвантажувальних вікон в залежності від кінематичної схеми. При цьому амплітуда коливань площі зменшується в 2 рази.

Необхідно відзначити, що критичним параметрам, що визначає працездатність розподільної системи планетарного гідромотора є коливання площі прохідного перетину [7–10], які викликають пульсацію крутного моменту та частоти обертання валу гідромотора. Тому, з метою усунення пульсацій вихідних параметрів гідромоторів рекомендується використовувати кінематичні схеми з амплітудою коливань площі прохідного перетину до 6 $мм^2$.

Висновки. В результаті проведених досліджень обґрунтована, як більш технологічна, форма вікон розподільної системи, виконаних у вигляді кола. Розроблені розрахункові схеми, математична модель та алгоритм розрахунку, дозволяють досліджувати вплив зміни геометричних параметрів розподільної системи з круглими вікнами на вихідні характеристики планетарного гідромотора.

Таблиця 1

Зміна площі прохідного перетину розподільної системи з круглими вікнами в залежності від кінематичної схеми

Кінематична схема	Кількість робочих вікон	Кількість додаткових вікон	Площа прохідного перетину, $мм^2$			
			max	min	середня	амплітуда коливань
4/3	3	-	150	75	115	75
		2	185	155	167	30
5/4	4	-	100	77	85	23
		2	142	117	127	25
		4	177	165	170	12
6/5	5	-	83	70	75	13
		2	111	98	103	13
7/6	6	-	73	60	65	13
		2	91	85	87	6
		3	102	96	98	6
		4	112	106	108	6
8/7	7	-	63	55	58	8
		2	73	70	71	3
9/8	8	-	55	52	53	3
		2	68	64	65	4
		4	81	79	80	2
10/9	9	-	50	47	48	3
		2	64	61	62	3
11/10	10	-	46	43	44	3
		2	54	52	53	2
		4	63	61	62	2
12/11	11	-	42	39	40,5	3
		2	49	47	48	2
13/12	12	-	39	36	37,5	3
		2	45	43	44	2
		3	48	47	47,5	1
		4	51	50	50,5	1

Для практичного застосування результатів досліджень при проектуванні розподільних систем планетарних гідромоторів рекомендується використання додаткових розвантажувальних вікон рухомого розподільника в якості робочих. З метою усунення пульсацій вихідних параметрів гідромоторів рекомендується використовувати кінематичні схеми з амплітудою коливань площі прохідного перетину до 6 $мм^2$.

Список використаних джерел

1. Stryczek J., Bednarczyk S., Biernacki K. Strength analysis of the polyoxymethylene cycloidal gears of the gerotor pump. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 2014. 14 (4). P. 647–660. Doi: 10.1016/j.acme.2013.12.005.

2. Stryczek J., Bednarczyk S., Biernacki K. Gerotor pump with POM gears: Design, production technology, research // Archives of Civil and Mechanical Engineerin, 2014. 14 (3). P. 391–397. Doi: 10.1016/j.acme.2013.12.008

3. Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А., Волошин А. А. Модель гідравлічного приводу мехатронної системи. *Праці ТДАТУ*. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. Вип. 18. Т. 2. С. 59–83. DOI: 10.31388/2078-0877-18-2-58-82.

4. Панченко А. І., Волошина А. А., Засядько А. І. Вплив конструктивних особливостей торцевої розподільної системи на функціональні параметри планетарного гідромотора. *Праці ТДАТУ*. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. Вип. 17. Т. 3. С. 33–50.

5. Panchenko A., Voloshina A., Panchenko I., Pashchenko V., Zasiadko A. Influence of the Shape of Windows on the Throughput of the Planetary Hydraulic Motor's Distribution System. In: Ivanov V. et al. (eds) *Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV*. DSMIE 2021. LNME. Springer, Cham, 2021. Vol. 2. 146-155. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77823-1_15

6. Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А. Обґрунтування кінематичних схем розподільних систем гідромашин планетарного типу. *Праці ТДАТУ*. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. Вип. 18. Т. 2. С. 30–49. DOI: 10.31388/10.31388/2078-0877.

7. Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А., Засядько А. І. Поліпшення вихідних характеристик планетарних гідромашин. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Вип. 19. Т. 2. С. 68–85. DOI: 10.31388/2078-0877-19-2-68-85.

8. Voloshina A., Panchenko A., Boltyansky O., Titova O. Improvement of Manufacture Workability for Distribution Systems of Planetary Hydraulic Machines. In: Ivanov V. et al. (eds) *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II*. DSMIE 2019. LNME. Springer, Cham, 732–741, (2020), https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_73.

9. Панченко А.І., Волошина А.А., Волков С.В.. Панченко І.А.,

Волошин А.А. Вплив конструктивних особливостей розподільних систем на зміну робочих параметрів планетарних гідромоторів. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 21. Т. 2. С. 3–20. DOI:10.31388/2078-0877-2021-21-2-3-20.

10. Панченко А.І., Волошина А.А., Панченко І.А. Забезпечення працездатності розподільних систем планетарних гідромашин. *Промислова гідравліка і пневматика*, 2019. № 1 (63). С. 55–60.

UDC 631.173.4:65.016

FEATURES OF TECHNOLOGICAL CALCULATIONS FOR A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

Dashyvets H., Ph.D. Eng.
Dyachenko V., student
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

Problem statement. The post-war recovery of Ukraine's economy will inevitably include technical re-equipment and the development of the production and technical base of motor transport. An essential role in achieving this goal is assigned to the theory, methodology, and practice of designing motor transport enterprises (MTEs). This includes reconstructing the existing base to improve the utilization of available production areas. This reconstruction should be achieved through advanced forms and methods of technical maintenance (TM) and current repairs (CR) of vehicles, increasing the level of mechanization of production processes, using modern diagnostic tools for assessing vehicle technical condition, applying scientific labor organization, and employing the most rational planning solutions from technological and economic perspectives for enterprise subdivisions.

Main research materials. The design of an MTE is based on project decisions regarding production technology and organization, TM, and CR of vehicles developed during the enterprise's technological design process.

The general structure of technological calculation includes the following stages [1]:

- selectingand justifying the initial data for organizing TM and CR of vehicles, as well as for projects of reconstructing and expanding individual production units or enterprises as a whole;
- calculating the annual production program for TM and CR of the vehicle fleet;
- determining the number of repair and maintenance workers and their distribution by work objects, specializations, and shifts;

- selecting methods and justifying the technology of TM and CR considering scientific production and labor organization recommendations;
- selecting technological and auxiliary equipment and justifying the degree of production mechanization;
- calculating the number of workstations, conveyor lines, and required areas for zones of daily maintenance, TM-1, TM-2, and CR of the vehicle fleet;
- calculating the areas of production units, warehouses, household, and administrative premises;
- selecting the main structural parameters of buildings;
- developing layout or volume-planning solutions for buildings and the enterprise's general plan;
- providing a techno-economic justification for the decisions made in technology, production organization, and reconstruction or construction of the MTE.

The results of technological design form the basis for developing other parts of the project (construction, sanitary, electrical, etc.) and largely determine the project's overall quality.

For maintaining vehicle operability and improving transport efficiency, a developed and effectively functioning auto-service enterprise infrastructure is required. The auto-service network should include branded auto centers, dealer centers, independent technical maintenance stations for vehicles that comprehensively perform all types of TM and repairs, as well as narrowly specialized enterprises.

One challenge in the operation of the auto-service network is the high load on some centers and insufficient demand for others. This largely relates to the validity of parameter selection during design or reconstruction. Such parameters include the number of TM and CR posts, room areas, the number of production and auxiliary workers, etc., typically determined during the technological calculation of the enterprise.

Different methods for technological calculation of auto-service enterprises exist: aggregated methods, deterministic methods, and economic-probabilistic methods.

The main advantage of *the aggregated calculation method* is the ability to determine general enterprise characteristics with minimal input data and without complex calculations. However, the accuracy of this method is extremely low, limiting its application to preliminary parameter evaluations.

The deterministic calculation method is widely used and is based on the requirements and recommendations of technological design norms (RRTD), which provide necessary reference information. However, for their application in modern conditions, it is essential to develop recommendations for methodology adjustments.

Results of technological calculations using the RRTD methodology significantly differ from functioning enterprise parameters, particularly

regarding the number of TM and CR posts, washing-cleaning posts, and enterprise workforce numbers. These deviations are due to high normative mileage intervals between TM, significantly reduced labor intensity of modern vehicle repair and maintenance, and the practice of replacing worn-out parts with new ones without restoring the old ones.

These characteristics suggest that the described technological calculation methodology requires adjustments in normative mileage intervals and labor intensity standards for TM and CR. Additionally, calculating the volume of CR work is complicated by the variability in vehicle repair arrivals and repair duration. Calculation accuracy can be enhanced by separately determining TM and CR work volumes.

An improved methodology for calculating TM stations of a comprehensive type should include [2]:

1) calculating the TM workload based on normative mileage and labor intensity of TM actions using the formula:

$$T_i = t_i \cdot N_i , \quad (1)$$

where t_i – specific labor intensity of maintenance, in person-hours;

N_i – Maintenance work program, in units.

2) calculating the CR workload based on statistical data on vehicle system failures related to mileage using:

$$T_{CR} = t_{CR} \cdot L_{CR} / 1000, \quad (2)$$

where t_{CR} – specific labor intensity of repair work, in person-hours per 1000 km.;

L_{CR} – average annual mileage of serviced vehicles, in kilometers.

The proposed division also requires correcting the shares of individual types of work in the total volume. Subsequent determinations of workforce needs, TM and CR posts, and production and warehouse space areas can be conducted using traditional methodology.

The economic-probabilistic method for evaluating efficiency and optimizing capacity has several advantages over the deterministic method. It considers the impact of the efficiency of technical resource utilization on the techno-economic indicators of the MTE, including staff work modes, labor and production organization options, production process stochasticity, the degree of aggregate repair method utilization, etc. This enables the search for optimization solutions. Using probabilistic mathematical models, it is possible to calculate techno-economic indicators of an MTE's technical resources at all enterprise development stages. However, this method has not been widely adopted for motor transport due to the difficulty of optimizing capacity based on the available normative framework.

Conclusions. Forming and utilizing the capacity of TM and CR zones must be optimized based on recognized criteria: maximum profit, minimum costs, and specified values of the technical readiness coefficient of the vehicle fleet. This would qualify the technological calculation method as optimization-oriented and adapted to the market conditions of enterprise

operation.

References

1. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин : навч. посібник. Київ : Вища школа, 1993. 287 с.

2. Дашивець Г. І. Дідур В. А., Бондар А. М. Проектування сервісних підприємств: посібник-практикум. Мелітополь : ТДАТУ, 2019. 144 с.

УДК 631.3-82]-044.7

ANALYSIS OF RESEARCH ON THE DURABILITY OF HYDRAULIC SYSTEMS OF MOBILE MACHINERY

Viunyk O., sin. teacher,
Dyachenko I., student
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine.

Problem statement. The problem of increasing the reliability of a hydraulic drive has been the subject of research by many authors. It has been found that the level of reliability of a hydraulic drive is determined by the concentration of mechanical impurities in the working fluid. Scientific and practical recommendations have been developed to ensure the industrial cleanliness of the hydraulic drive, the use of which provides a significant effect. Similarly, researchers, based on the provisions of the theory of friction and wear developed by scientists (I.V. Kragelsky, V.S. Kambatov, U.A. Ikramov, etc.), have made attempts to build analytical methods for determining the wear of hydraulic units. However, the assumptions made in this regard make these methods ineffective.

Main research materials. Nowadays, the direction of increasing the reliability of the hydraulic drive by improving the cleanliness control of components, units and systems of machines for various purposes has been developed, which is used in the operation of mobile machines and has high efficiency.

Research by the Cincinnati company (USA) shows that it is enough to increase the durability of hydraulic units by 5,5% to recoup the costs of equipping the hydraulic system with finer filters, which will extend the service life of parts by 46%, while the costs pay off in two weeks.

VNIIStroydormash conducted tests of pumps installed on EO-4121 excavators with different fixed composition of contaminants in the working

fluid.Tests have shown that the reduction in volumetric efficiency of a pump operating with a degree of contamination of the working fluid corresponding to class 17 is achieved after approximately 1000 hours, and with a fluid of class 14 – after 3350 hours [1].

VNIIHydroprivod [2] studied the dependence of wear of gear pumps of the GP-2 type on the concentration of mechanical impurities using the accelerated testing method.The pumps were tested in nominal mode with a working fluid purified by an 8–12 μm filter. This fluid was then contaminated with grinding powder. When the working fluid was contaminated with grinding powder M-20 with a concentration by weight, the volumetric efficiency decreased by 138 hours. The decrease in volumetric efficiency by this amount in purified oil occurred after 1200 hours. When the working fluid was contaminated with grinding powder M-4 with a concentration by weight, after 5,5 hours the volumetric efficiency of the pump decreased almost to zero.

Japanese experts [3] believe that the intensity of wear increases sharply with increasing concentration of contaminants to. Increasing the working pressure causes a negative impact of contaminants on the reliability of hydraulic units. The relationship between increasing the working pressure in the system and the permissible contamination of the working fluid can be represented as:

$$P_1/P_2 = e^{0,0037 \ln N_2/N_1}, \quad (1)$$

where P1 and P2 are the operating pressure in the system before and after contamination, respectively;

N1 and N2 are the number of particles of a given size in the system before and after contamination, respectively.

Experts from the UK Ministry of Defence, Whitland Helicopter Corporation, Imperial College and the US Navy Research Institute believe that a significant increase in the service life of hydraulic units is achieved in cleanliness classes not lower than 14/11. The service life doubles if the level of contamination is reduced from 21/13 to 17/14 according to the ISO 44061 classification.

The influence of working fluid contamination on the reliability of the hydraulic drive of construction and road machinery was studied in the KADI. An examination of hydraulically powered excavators, bulldozers, and truck cranes that were in real operation conditions showed that the cleanliness of working fluids on excavators and bulldozers is at the level of 16...17 classes, and truck cranes - at the level of 15...16 classes.When refueling machines with working fluid with IS class purity, the maximum operating time to the set values of working fluid purity was 240 and 480 hours, respectively. It was found that particles with a size of 5–25 microns are dangerous for excavators, and particles with a size of 10–40 microns are dangerous for bulldozers and truck cranes.

The study of the distribution of particles by size allowed us to establish that the share of hazardous particles in their total number reaches for excavators95%, and for truck cranes and bulldozers – 30…33%.When the temperature of the working fluid increases above and its contamination reaches the level of class 75, the hydraulic distributor plunger jams, which leads to unstable operation of the hydraulic system, and the pump operates with increased noise characteristics.Bench tests of hydraulic pumps 210.25 and 223.25 showed that cleaning the working fluid from mechanical impurities allows increasing the operating life of pumps for excavators by an average of 2.8 times, and for truck cranes by 1.7 times.Simultaneous cleaning of mechanical impurities and water increases the service life of excavator pumps by 3.9 times, and of truck cranes by 1.9 times [1].

In the studies [4] and other scientists it is shown that intensive wear is caused by particles whose size is commensurate with the gap in the friction pairs. If the particle size is smaller than the gap, then the fraction of contaminants in the fluid flow freely passes through it without causing damage.Particles of contamination, the size of which is much larger than the gap size, do not penetrate it, but can cause partial blockage of the gap from the outside. Large particles can be crushed into small ones. Particles of contamination, the size of which is close to the gap size, are the most dangerous, especially if their hardness exceeds the hardness of the material of the parts.Penetration of larger particles into the gap is possible only after it has increased as a result of the abrasive action of small particles or due to the skewing of parts under load. Once in the gap, the particle of contamination moves relative to the working surfaces with sliding, resulting in scratches on the surfaces of the contacting parts. The impact of particles on the surface is, as a rule, multiple.

Conclusions. The analysis of literary sources shows that the durability of the hydraulic drive of agricultural, construction and road machines is significantly influenced by both the design parameters laid down at the design stage and the properties of the working fluid maintained at the operation stage. Regarding the hydraulic drives of mobile machines, the sensitivity of the system safety indicators to changes in operational factors is represented by the identification of the nature of the intensity of wear of friction elements, in particular plunger pairs of axial-piston pumps depending on the state of the working fluid. The establishment of parameters, their qualitative and quantitative characteristics have not received a sufficiently accurate reflection in the existing scientific developments. In furtherstudies, it is planned to conduct analytical studies to identify the impact of changes in the structural parameters of the technical condition of parts in plunger pairs on volumetric and mechanical losses in an axial-piston hydraulic pump.

References.

1. Волгинський С.Б. Організація і технологія забезпечення чистоти гідросистем будівельних і дорожніх машин при їхньому

ремонті: автореферат канд. дисс. Харків,2011. 21 с.

2. Очищення робочої рідинив гідроприводах металообробного обладнання. ВНИИгидропривод, 1982. 58 с.

3. Sato Ya., Sasaki M. Influence of contaminated working fluids on the characteristics of hydraulic mechanisms. Yunkid Gidzonu. 2011. No. 1. P.27–34 p.

4. Вакуленко І.А. Підвищення експлуатаційної надійності гідроприводів будівельних і дорожніх машин застосуванням раціонального очищення робочих рідин: автореферат канд. дис. Харків, 2001. С. 19.

УДК 631.331

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВОГО ВЕНТИЛЯТОРА ПНЕВМАТИЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТУ

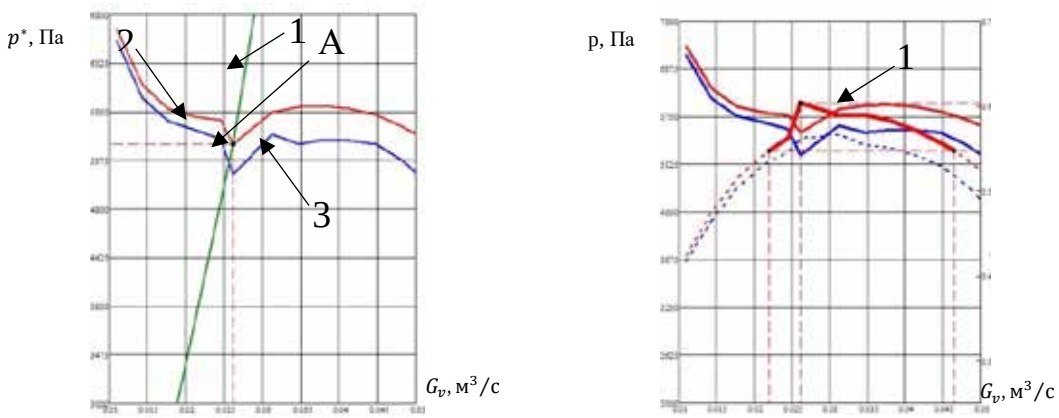
Мельник В.І. д.т.н., проф.,
Зеленський А.П., аспірант,
Зеленський О.П., аспірант
Державний біотехнологічний університет. м. Харків

Анотація: розглянуто етапи режимів роботи індивідуального відцентрового вентилятора (ІВРВ) для визначення сфери оптимальної роботи системи.

Ключові слова: повітря, лопатки, канали, вентилятор, робоча ділянка.

Завдання при проектуванні вентилятора полягає в тому, щоб досягти високої ефективності за низьких виробничих витрат. Але оскільки при роботі вентилятора частина енергії витрачається на втрати, тому не вдається досягти максимальної ефективності. Ідеальна конструкція робочого колеса – це контур із просторово вигнутими лопатками. Робоче колесо виходить як складальна одиниця, де деталі отримані за допомогою фрезерування або як лита більш економічна деталь. Лопатки робочого колеса мають постійну товщину стінки, які виконані у вигляді лез з круговою дугою, або лопатка з плоско паралельною опорою та захисним диском.

Вентилятори, що використовуються у сівалці, є частиною всієї пневматичної системи пристрою [1]. Робоча характеристика системи, що складається з ІВРВ, трубопроводів та апарата, що висіває, складається з характеристичних кривих, як показано на рисунку 1.01(а).



А б

Рис. 1.01 а – характеристика мережі; б – крива характеристики вентилятора з робочою ділянкою

ІВРВ працює в системі трубопроводів та висівного апарату, які мають різну протяжність, яку називають мережею. Мережа має свою характеристику (на рисунку 1.01 (а) має позначення – 1) - залежність сумарних повних втрат p^* тиску у всіх елементах мережі від витрати G_v повітря в мережі.

Характеристика мережі залежить від щільності повітряного потоку, швидкості перебігу та конфігурації елементів пневматичної системи. Характеристика проектованої мережі представляє форму параболічної кривої. Режим роботи вентилятора у мережі визначає робочою точкою – точка А перетину характеристик вентилятора 2 та мережі 3. В ідеалі робоча точка знаходиться у зоні максимального ККД [2]. Цю робочу точку також називають номінальною робочою точкою. Можна помітити, що зміна положення робочої точки призводить до зміни ККД вентилятора чи пневматичної системи.

У ІВРВ, що працює з мережею, що приєднується до нього, за робочу ділянку характеристики згідно з дослідженням повинна прийматися та її частина, на якій значення повного ККД вентилятора дорівнює (1.01) []:

$$\eta^*_{\text{раб.участок}} < 0{,}9 \times \eta^*_{max}. \qquad (1.01)$$

Робоча ділянка характеристики повинна також задовольняти умові забезпечення сталої роботи вентилятора, як показано на рисунку 1.01 (б). Експлуатація вентиляторів при показаннях нижче за рекомендовані не допустима, так як виникає нестійка робота, що виявляється підвищеним звуком, підвищеною вібрацією установки тощо.

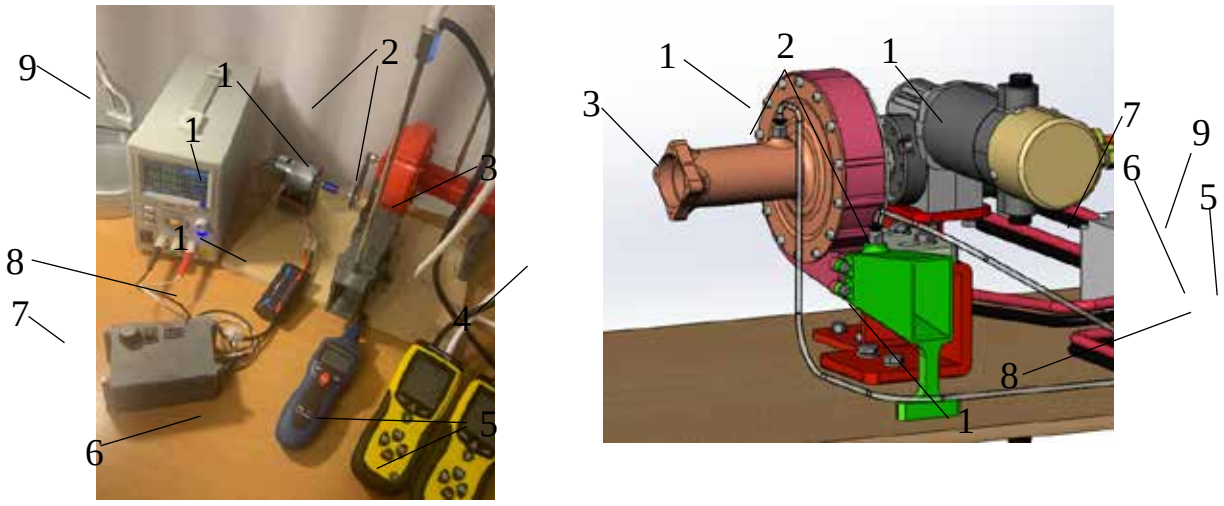
Як бачимо на рисунку 1.01 (б) (крива на графіку – 1), крива, що відображає характеристику вентилятора має пік ліворуч від цієї вершини та через зменшення об'ємної витрати потоку повітря всередині робочого колеса відбуваються відриви потоків. Відшарування потоку повітря відбувається в окремих лопаткових каналах робочого колеса, а це призводить до періодичних коливань

тиску всередині лопаткових каналів, які, у свою чергу, призводять до виникнення коливань системи – відбувається замикання повітряного потоку. Виникнення високого механічного навантаження на робочому колесі призводить до виникнення явища нестаціонарного потоку пневматичної системі вентилятора. З цієї причини експлуатацію мережі слід проводити на виділеній на графіку ділянці оптимальної роботи вентилятора. При максимальних значеннях витрати повітря всередині робочого колеса виникає замикання каналу виходу, вентилятор перестає виконувати своє завдання.

При виборі числа лопаток РК перевагу надають простим числам (7, 11, 13, 17, 19, 23 і так далі), що зменшує небезпеку акустичного резонансу через нестаціонарність потоку, пов'язану з кінцевим числом лопаток.

Ефективність ІВРВ, підключеного до пневматичної системи сівалки, знижується зі збільшенням витрати повітря. Відповідно, статичний тиск системи також знижується [3]. Крім того, конструктивні переваги ІВРВ у порівнянні з одним більшим пристроєм – ВРВ для всієї сівалки очевидні. При використанні ІВРВ блочного типу ми переходимо до контролю роботи вентилятора в області робочої точки тільки для одного апарата, що висіває. Таким чином, ми домагаємося більш стійкої роботи ІВРВ у робочій області. Для створення необхідного тиску в каналах пневматичної системи при зменшенні розмірів РК кутова швидкість обертання зростає. Для зменшення шуму кількість лопаток РК необхідно встановити непарне. При проектуванні та експлуатації важливо забезпечити, щоб ІВРВ працював при високих тисках, а корпуси та ущільнення відповідно сприяли цьому [2]. Це, у свою чергу, створює високі статичні та динамічні навантаження на всі компоненти системи. Своєрідна робота апарата, що висіває, може викликати кавітацію, пульсації тиску та призвести до нестійкої роботи системи. Для уникнення цього пропонується зміна конструкції корпусу висівного апарату та встановлення перепускного клапана. Потрібно дистанційно контролювати роботу пристрою, наприклад, за кількома параметрами. Отримана інформація обробляється оператором та приймається рішення щодо якості роботи вузла. ІВРВ не повинен працювати за межами номінального значення робочої точки. Для розуміння областей роботи вентилятора провадиться розрахунок результуючої характеристичної кривої з використанням пакетів прикладних програм програмного комплексу ANSYS та лабораторними дослідженнями. Було запропоновано конструкцію лабораторного стенду для досліджень характеристик різних РК ІВРВ рисунок 1.02.

Отже, використовуючи лінійку робочих колес з різними кутами установки лопаток та кількістю, проведено випробування на різних режимах роботи нашого агрегату, що дало можливість встановити оптимальну ділянку роботи вентилятора.



1 – IBPB (робоче колесо та равлик); 2 – трубка Піто; 3 – вхідний трубопровід; 4 – вхідний апарат (Вентурі); 5 – дифманометр; 6 – прилад для вимірювання кількості обертів (тахометр); 7 – регулятор обертів привідного двигуна; 8 – ватметр; 9 – лабораторне джерело живлення; 10 – привідний двигун; 11 – вихідний трубопровід.

Рис. 1.02. Лабораторний стенд–установка для випробувань IBPB

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. Spalart P.R., Allmaras S.R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flow // La Recherhe Aerospatiale. 1994. N 1. P. 5–21.

3. Schlichting, H., & Gersten, K. (2017). Boundary-Layer theory (9th ed.). Berlin: Springer-Verlag, 805 p.

UDC 631.173-025.12:658.286.2

ASSESSMENT OF LAYOUT SOLUTIONS FOR A SERVICE ENTERPRISE

Dashyvets H., Ph.D. Eng.
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

Problem statement. The most important condition for developing the

material and technical base of society is the creation of modern enterprises based on advanced principles of production organization, with the broad introduction of comprehensive mechanization and automation of technological processes. During the design stage of technical service enterprises, tasks must be solved to optimize the sizes, capacities, layout solutions, and territorial placement of enterprises, improving labor productivity, and more. To align the service enterprise's subdivisions, select the optimal direction for the production process, internal transportation, and cargo and personnel flows, layout planning is carried out. Layout planning involves a schematic plan of the enterprise's building, showing production subdivisions, auxiliary, and utility-service rooms [1].

Layout planning is a complex and labor-intensive task due to the variety of requirements for the placement of production subdivisions: technological, construction, fire safety, sanitary and hygienic. This creates multiple solution options, meaning no single layout plan can be definitively correct. In practice, it is very difficult to fully meet all requirements, necessitating compromise solutions. Moreover, no quantitative indicators exist to evaluate the quality of layout solutions.

Main research materials. The initial data for creating a layout plan include technological processes, the composition of areas and other rooms located within the production building, and principles of layout to ensure their interconnection. Layout planning involves solving tasks to establish functional interconnections between areas and determine the placement of production zones. Layout solutions can vary, but by creating several options, the best one can be selected for further equipment planning. Rational plans feature short and relatively small cargo flows. Layout plan development resembles solving a transportation problem in mathematics with several planning constraints. Interconnections between areas are determined based on technological process schemes related to the movement of repair objects. The primary layout rule is aligning cargo movement direction with the production process direction. To achieve this, it is necessary to determine which parts move through production subdivisions and in what sequence, as well as their weights.

To select a rational layout plan for the production building and simplify its implementation, a cargo flow diagram is created. The cargo flow diagram shows the direction and weight of transported goods. Multiple cargo flow diagrams are made and analyzed to select the best option. The optimal layout is one that achieves a direct production process flow with the shortest cargo movement paths and the fewest reversing and crossing flows. Stages of the production process involving transportation, the weight of parts at each stage (or percentage of the entire machine’s weight), and the names of rooms or sections where production stages occur are conveniently entered into a table [2]. Instead of a table, cargo flow quantities can be calculated based on a "chess record." To create such a record and build a cargo flow graph, the chosen object is typically the machine model with the maximum workload

during the busiest repair period. A disadvantage of the table or record is the difficulty of visualizing interconnections between areas; thus, a network graph may be created for clarity. To establish functional interconnections between production subdivisions, cargo departure and destination points and their weights or percentages of the overall repair object weight are determined, and a route scheme is developed. On the scheme, all departure and destination points (production sections) are shown in diamonds, and cargo movement sequences and directions are shown with arrows. To indicate the significance of connections between sections, the weight or percentage of total object weight is marked above the arrows (example in Figure 1) [3].

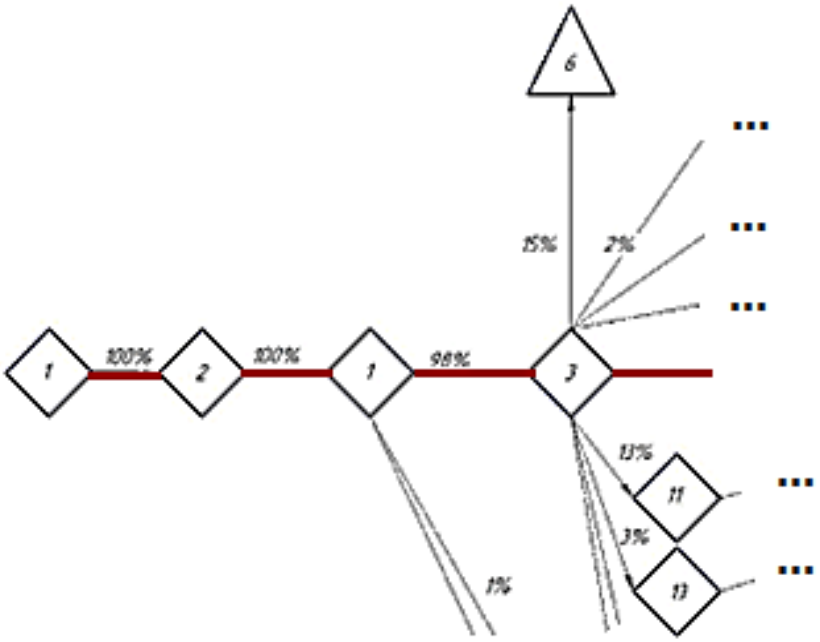


Fig. 1. Example of a network graph of cargo movement between sections

When constructing a cargo flow graph, the weight of transported goods is reflected by the width of the arrow showing cargo movement direction. The width can be scaled according to the weight or percentage of the object's repair weight. Arrows are marked with cargo weights or percentages of the total object's weight. For clarity, arrow colors can indicate the type of flow: green for repairable aggregates, nodes, and parts; blue for repaired products; red for rejected items. The arrows are connected according to the chosen technological process repair scheme.

The arrangement of sections should ensure the technological sequence of machine repair with minimal transportation distances. High-significance sections are prioritized in layout planning and placed adjacently where possible. These include sections for external machine washing → disassembly and washing → repair and assembly → filling and testing machines. Sections with minor cargo flows are placed in remaining areas, considering construction, fire safety, sanitary, and other requirements.

Tables and cargo flow graphs reveal sections requiring lifting and transport equipment, such as disassembly-washing, repair-assembly, and engine maintenance sections. When determining section placements, cargo flows must be considered alongside non-calculable factors like optimal working conditions (lighting, natural ventilation, etc.) and the potential for future expansion of main production sections.

Key rules for arranging sections in a service enterprise:

− mutual placement of disassembly-assembly and part recovery sections is determined by the technological process and primary cargo flow direction;

− part and node movement should follow the shortest path in line with technological sequence requirements, considering their weight and dimensions;

− fire-safe sections (welding, forging, metalwork, testing) should be isolated with fire-resistant walls and preferably located near external walls;

− rooms partitioned with walls should be placed near external building walls to simplify construction and ventilation;

− it is not recommended to separate areas from one another with partitions if this complies with the conditions for performing the technology, as well as safety or fire safety requirements, i.e., the technological processes carried out in these areas do not involve the release of harmful gases, moisture vapors, etc. (e.g., locksmith-mechanical, assembly, and other areas).

Conclusions. A properly designed cargo flow diagram helps rationally arrange production building subdivisions, identify sections requiring various lifting and transport equipment, and calculate equipment types and quantities.

References

1. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: навч. посібник. Київ : Вища школа, 1993. 287 с.

2. Дашивець Г. І., Дідур В. А., Бондар А. М. Проектування сервісних підприємств : посібник-практикум. Мелітополь : ТДАТУ, 2019. 144 с.

3. Дашивець Г.І., В'юник О.В. Застосування метода сітьового моделювання виробничих процесів в інженерних дисциплінах. *Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти*: збірник науково-методичних праць ТДАТУ. Запоріжжя. 2023. Вип. 26. С. 47–55.

УДК: 631. 372. 004

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ДИЛЕРСЬКОГО ЦЕНТРУ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ

Барабаш Р.І., к.т.н.,
Шарибура А.О. к.т.н.,
Михалюк М.А., к.т.н.,
Кордоба В.М.
Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни.

Постановка проблеми. Ефективність роботи дилерського підприємства зводиться до забезпечення безперебійного виконання якісного технічного обслуговування та ремонту техніки через сукупність обслуговуючих структур – систему сервісного обслуговування.

Проблема розташування та функціонування регіональної системи сервісного обслуговування дилерського підприємства обумовлена низкою причин:

а) теоретичного характеру:

- недосконалістю теорії проектування, формування та оптимізації систем, метою яких є збут готової продукції та послуг технічного сервісу з урахуванням особливостей розвитку агропромислового комплексу України;

- не опрацьованістю низки проблем, що у полі зору просторової (регіональної) економіки, з урахуванням конкуренції між дилерськими підприємствами українського ринку;

б) методологічного характеру:

- необхідністю адаптації розроблених раніше в Україні та країнах з розвиненою ринковою економікою методів розрахунку спеціалізованих обслуговуючих підприємств;

- потреба у розробці нових методів розрахунку та організації роботи системи дилерських пунктів технічного обслуговування;

в) економічного характеру:

- значною кількістю факторів та важко прогнозованим характером їх взаємодії, що істотно впливає на результати комерційної діяльності підприємств;

- високим ступенем конфіденційності інформації, що стосується комерційної діяльності підприємств, що не дозволяє розробляти та реалізовувати стратегії їх розвитку та ін.

Основні матеріали дослідження. Вибране місце розташування ПТО має задовольняти умову найбільш повного завантаження робочих потужностей, що досягається на перших етапах шляхом

обслуговування найбільшої кількості машин. Отже, в зоні обслуговування за прийнятих умов має бути максимально можлива кількість машин. З низки розглянутих методик пошуку оптимального розташування ПТО, а також аналізу математичних та геометричних способів прийнятних для вирішення поставленого завдання нами пропонується наступна методика.

Спочатку в таблиці для кожного населеного пункту на географічній карті, позначається модельний та кількісний склад машин, що підлягають обслуговуванню. Потім вказується коефіцієнт оснащеності (забезпеченості) технологічним обладнанням K_o і розраховується коефіцієнти потреби у машинах K_n (обумовлений платоспроможним попитом). Коефіцієнт потреби для укрупнених розрахунків можна обчислити за такою формулою:

$$K_{П} = \frac{Q_i^{Ф}}{Q_i^{T}} - \frac{1}{Q_i^{ФХ}}, \quad (1)$$

де $Q_i^{Ф}$ – фактична кількість *i*-ї марки машин у районі, од.;

Q_i^{T} - необхідна кількість машин *i*-ї марки, од.;

$Q_i^{ФХ}$ - фактична кількість машин *i*-ї марки, од.

Звичайно в умовах платоспроможного попиту потрібно вводити коефіцієнт попиту на ту чи іншу модель трактора. Однак приймаємо умову, що попит на моделі машин рівномірний, а ПТО на прийнятних для споживачів умовах зможе задовольнити потребу.

Розрахунок коефіцієнт оснащеності проводився за 5-бальною системою, при цьому за найвищу оцінку було прийнято значення – 0,9. Таке рішення було прийнято за результатами огляду стану РТБ низки підприємств, з урахуванням загальної тенденції їх стану. При цьому використовувалися опубліковані результати опитувань та досліджень. Коефіцієнт забезпеченості технологічним обладнанням для виконання операцій технічного обслуговування та діагностики, визначається за формулою:

$$K_{O} = \frac{N_{Ф}}{N_{H}}, \quad (2)$$

де $N_ф$ – фактично присутня кількість обладнання, од.;

N_H – необхідна кількість обладнання, од.

Даний бальний коефіцієнт визначає ступінь придатності ремонтно-технічної бази (РТБ), майстерні чи ПТО окремо взятого підприємства до тих чи інших видів ремонтно-обслуговуючих робіт.

Обраний на дослідження адміністративний район умовно розміщується у прямокутну систему координат (*x*, *y*) з позначенням місць розташування споживачів на карті:1, 2, 3,...,*n*. Спроектувавши точки-пункти (Q_1, Q_2…Q_n) на осі координат, знаходимо їх значення x_1, x_2, ..., x_n і y_1, y_2,…,y_n. Після цього визначаємо координати шуканої точки

ПТО до якої тяжіють об'єкти обслуговування з урахуванням усіх вище прийнятих коефіцієнтів та формул:

$$x_p = \frac{10 \cdot \sum_{1}^{n} x_i \cdot Q_i \cdot K_o \cdot K_n}{\sum_{1}^{n} Q_i} = \frac{10 \cdot \sum_{1}^{n} V_i^X}{\sum_{1}^{n} Q_i} \quad (3)$$

$$y_p = \frac{10 \cdot \sum_{1}^{n} y_i \cdot Q_i \cdot K_o \cdot K_n}{\sum_{1}^{n} Q_i} = \frac{10 \cdot \sum_{1}^{n} V_i^Y}{\sum_{1}^{n} Q_i} \quad (4)$$

де V_i^X - об'ємна частка об’єктів щодо осі х;

V_i^Y - об'ємна частка об’єктів щодо осі у.

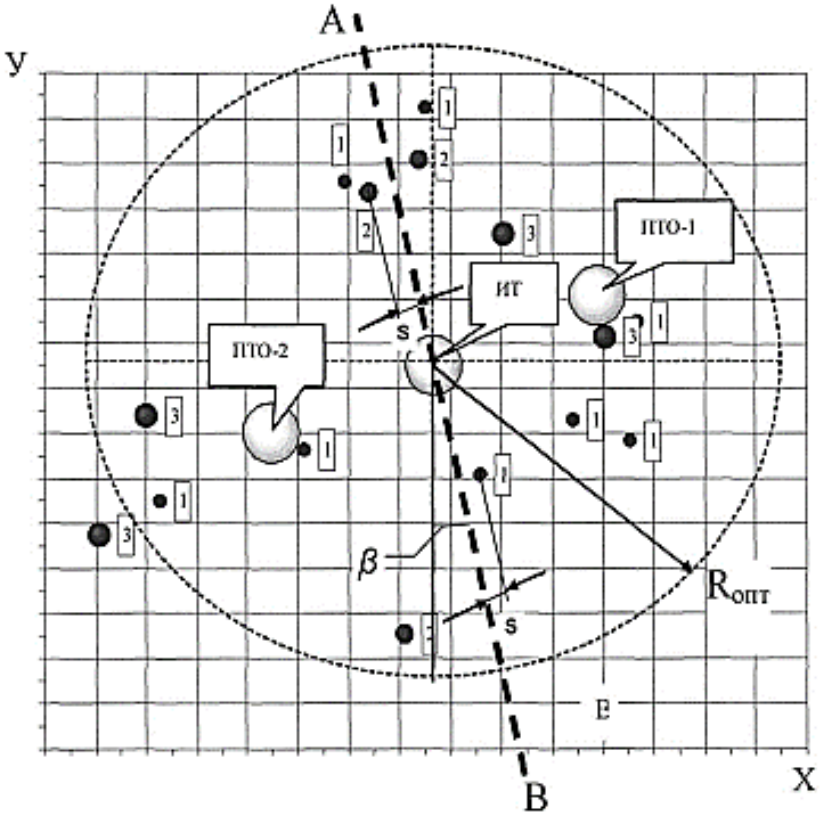


Рис. 1. Схема розміщення дилерської системи сервісного обслуговування тракторів марки *Claas*.

Обов’язковим є виконання таких умов, які визначають розміри секторів:

1. у кожному із секторів має залишатися рівна кількість одиниць техніки;

2. відстань від крайніх точок секторів до межі розподілу (лінія АВ), позначене через *S* має бути однаковим.

Висновки. При виборі розташування системи сервісного обслуговування необхідно орієнтуватися на значення коефіцієнтів ($K_П$, K_O, k), містять якісні показники та визначають оптимальне

розташування ПТО щодо об'єктів обслуговування у розглянутому районі.

Апелювання даними забезпеченості майстерень господарств технологічним обладнанням, потреб у с.-г. техніці, а також розрахунковими значеннями критеріїв оптимальності дозволяє розробити безліч перспективних проектів розміщення ПТО.

Перевірка правильності розрахунків, прийнятого варіанта системи обслуговування проводиться графічним способом, шляхом коригування розмірів їх зон обслуговування, оптимізуючи обсяги робіт та ТО та ремонту, що виконуються на ПТО.

Список використаних джерел

1. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарської техніки. Київ: Вища шк. 1993. 287с.

2. Семкович О., Барабаш Р. Стан і перспективи розвитку ринку технічного сервісу в агропромисловому комплексі України. Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. Львів. 2005. № 9. С. 9–15.

3. Кузьмінський Р., Барабаш Р. Параметри та показники ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах. Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. Львів, 2006. № 10. С. 66–73.

4. Сидорчук О.В., Семерак М.М., Кузьмінський Р.Д., Шолудько Я.В., Барабаш Р.І. Концепція управління проектом технічного обслуговування тракторів. Вісник Львівського нац. аграрного ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2008. № 12. Т.1. Львів, 2008. С. 16–21.

5. Сидорчук О.В., Кузьмінський Р.Д., Барабаш Р.І.. Закономірності кількісних і якісних змін надходжень замовлень на ремонт агрегатів. Техніко–технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого). Вип. 10 (24), кн. 1. С. 69–76.

6. Сидорчук О., Кузьмінський Р., Барабаш Р., Михалюк М. Обґрунтування виробничої структури пунктів технічного обслуговування тракторів ХТЗ. Вісник Львівського нац. аграрного ун–ту: Агроінженерні дослідження. 2013. № 17. Львів. 2013. С. 54–64.

7. Польшаков В.І., Сахно Є.Ю. Економіка, організація та управління технічним обслуговуванням і ремонтом машин. Київ. Центр навчальної літератури, 2004. 328 с.

УДК 62-736

ANALYSIS OF METHODS FOR CLEANING THE WORKING FLUID OF HYDRAULIC MACHINES

Viunyk O., sin. teacher
Shatohin I., student
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine.

Problem statement. The durability of the hydraulic drive of agricultural, construction and road machinery is significantly influenced by both the design parameters laid down at the design stage and the properties of the working fluid, which are maintained at the operation stage. Hydraulic drives of mobile machines The sensitivity of the system's safety indicators to changes in operational factors is considered to be a manifestation of the nature of the hydraulic drive. The intensity of wear of the friction elements of hydraulic drives of mobile machines, in particular the plunger pairs of axial-piston pumps, is significantly influenced by the state of the working fluid, therefore the issue of its cleaning is very important.

Main research materials. There are three methods of cleaning the working fluid: physical, physicochemical and chemical.

Physical methods allow you to remove solid particles of contaminants, microdroplets of water and partly resinous and coking substances from oils, and by evaporation, low-boiling impurities.Oils are processed in a force field using gravitational, centrifugal, and less commonly electric, magnetic, and vibrational forces, and filtration, water washing, evaporation, and vacuum distillation are also used. Physical methods for cleaning waste oils also include various mass exchange and heat exchange processes used to remove hydrocarbon oxidation products, water, and low-boiling fractions from the oil [1].

Physicochemical methods have found wide application in oil purification, including coagulation, adsorption, and selective dissolution of contaminants contained in oil. A type of adsorption purification is ion-exchange purification [2].

Chemical cleaning methods are based on the interaction of substances that contaminate used oils and reagents that are introduced into these oils. As a result of chemical reactions, compounds are formed that are easily removed from the oil.Chemical cleaning methods include: acid and alkaline cleaning; oxygen oxidation; hydrogenation, as well as drying and cleaning from contaminants using metal oxides, carbides, and hydrides [2].It is proposed to increase the efficiency of oil purification and the reliability of protection of friction pairs from contaminants by improving filter designs and using new filter materials. The work proves that the fractional coefficient of screening out particles of contaminants in a centrifuge is practically

independent of the viscosity and oil flow rate.

Difficult operating conditions of agricultural, construction and road machinery (high dust content, temperature fluctuations, humidity) lead to increased wear of hydraulic units and, as a result, to a high percentage of failures in operation.Wear of hydraulic units of machines is caused by the presence of mechanical impurities in the working fluid and is caused mainly by solid abrasive particles. The lowest operating time before failure is for hydraulic units that contain plunger pairs – hydraulic pumps, hydraulic motors, and distributors.Due to the research conducted, methods for cleaning and dispersing mechanical impurities have been developed, the use of which provides a significant increase in the performance of the hydraulic drive.

The analysis of literary sources shows that the durability of the hydraulic drive of agricultural, construction and road machines is significantly influenced by both the design parameters established at the design stage and the properties of the working fluid maintained at the operation stage. Characterizing mobile machines as complex dynamic systems, their suitability and safety for practical use primarily depends on whether they satisfy the stability conditions and what is the sensitivity of the system, both as a whole and its elements. Regarding hydraulic drives of mobile machines, the sensitivity of system safety indicators to changes in operational factors is represented by the identification of the nature of the intensity of wear of friction elements, in particular plunger pairs of axial-piston pumps, depending on the state of the working fluid. The establishment of parameters, their qualitative and quantitative characteristics have not received a sufficiently accurate reflection in existing scientific developments. In friction units, the mixed (boundary) lubrication mode is widespread: some areas of the surface of the contacting bodies are separated by a hydrodynamic layer, and others by a boundary layer. For this type of lubrication, both the volumetric characteristic of the lubricant - its viscosity - and the ability of the lubricant to create strong boundary layers on the friction surfaces are of great importance. The higher the proportion of the hydrodynamic lubrication mode, the lower the friction coefficient in mixed lubrication [3]. The area of implementation of hydrodynamic, mixed and boundary lubrication in sliding friction units is determined by the Gersa-Stribek diagram (Fig. 1)

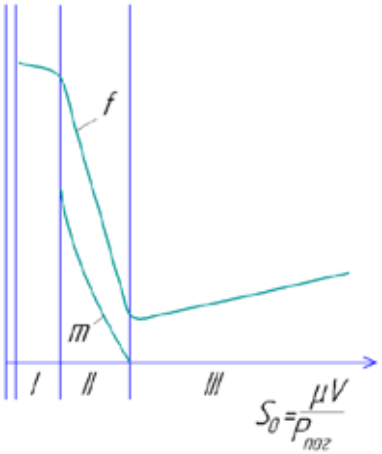
The diagram represents the dependence of the friction coefficient in a lubricated friction unit on a dimensionless criterion called the Hersey number, or the Sommerfeld criterion [3]:

$$S_o = m \times V / P_{пог} . \quad (1)$$

where μ – is the dynamic viscosity;

V – is the speed of relative movement of friction pairs;

$P_{пог}$ – is the linear load on the friction node (load related to the length of the coupling in the direction perpendicular to the direction of relative movement).

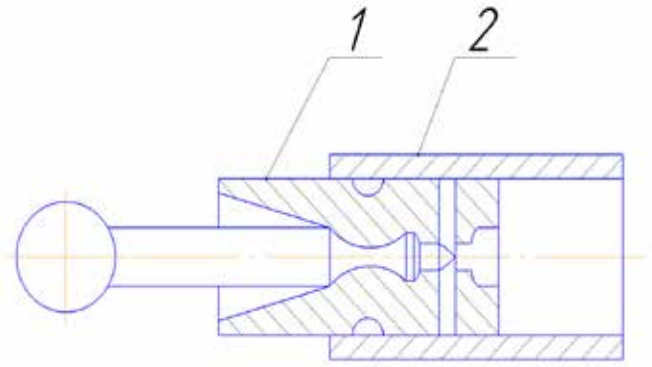


I-III- lubrication zones: I - boundary; II - mixed; III - hydrodynamic

Fig. 1. Gersa-Stribek diagram: dependence of the coefficient of friction and wear on the dimensionless parameter (Gersa number):

In the left part of the diagram, the zone of implementation of the limiting lubrication mode is localized, as the most solid. It is implemented at high specific loads in friction pairs, low speeds of relative movement of tribological pairs, elevated temperatures (which cause a decrease in dynamic viscosity) and is characterized not only by an increased friction coefficient, but also by constant wear of the parts of the friction pair. Among the tribological pairs of an axial piston pump, the friction pair “plunger-sleeve” is most subject to wear, which operates in a mixed lubrication mode.

A general view of one of the structural variants of the friction pair “plunger – block sleeve” of the pumping unit of an axial-piston hydraulic machine is presented in Fig. 2.



1 – plunger; 2 – sleeve

Fig.2. Friction pair “plunger – sleeve block” of an axial piston pump

This design of the plunger pair has found wide application in axial-piston hydraulic machines with an inclined housing to ensure an increase in the working stroke of the plunger, and hence the working volume of the hydraulic machine. The transition point between mixed and hydrodynamic lubrication is characterized by the lowest value of the friction coefficient and

a reduction in wear to zero. Due to the fact that in the friction pair “plunger – sleeve” of an axial piston pump, it is impossible to achieve an exclusively hydrodynamic lubrication mode, in order to ensure the lowest wear in the tribological pair, the current task is to reduce the friction coefficient in it. When manufacturing the “plunger – sleeve” pair of an axial piston pump, steel 38X2LYUA and Br012 are used; the technological and design parameters of these materials are given in Table 1.

Table 1

Design and technological parameters of friction pairspumping units of hydraulic machines 210.25 and 223.25

№	Indicator name	Part name	
		piston	Sleeve (cylinder block)
1	Material	Сталь 38Х2МЮА	Бр 012
2	Hardness of the friction surface	*HB*232	$HB_{10^{95}}$
3	Diameter, mm	$25^{-0,021}$	$25^{+0,015}$
4	Length, mm	30	100
5	Plunger stroke, mm	70	-
6	Surface roughness, Ra ,μm	2,5	0,63
7	Angle of inclination of the sides of the roughness, a^0	7°50'	2°15'

Conclusions. Abrasive wear is predominant in the considered tribological pair. The term “abrasive wear” is understood as the destruction of friction surfaces under the influence of solid particles present in the friction zone. The task of further research will be to identify the nature and magnitude of wear of parts in the mating parts of the plunger pair: “block sleeve - plunger”, “plunger heel ring support - swash plate”.

References.

1. Вакуленко І.А. Підвищення експлуатаційної надійності гідроприводів будівельних і дорожніх машин застосуванням раціонального очищення робочих рідин: автореферат канд. дис. Харків, 1989. С.19.

2. Ляшук О.Л., Клендій В.М., Хорошун.Р.В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» Тернопіль: Вид. ТНТУ 2018. С. 302.

3. Костецький Б.І. Тертя, мащення та зношування в машинах. Київ : Техніка, 1970. 396 с.

УДК 656.073.5

ОПИС СУЧАСНИХ МЕТОДІВ МАРКУВАННЯ ПРИЧЕПІВ

Барсукова Г.В., к.т.н.,
Гайдамака Д.В., студент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми.

Постановка проблеми. Маркування причепів і напівпричепів є невід'ємною складовою процесу їх виробництва та імпорту, що має велике значення для ідентифікації, відповідності нормативним стандартам та забезпечення безпеки експлуатації. Відповідно до чинних стандартів ДСТУ 3850 та ГОСТ 3163 [1], маркування повинне містити повну інформацію про виріб, виробника, допустимі навантаження, а також ідентифікаційний номер, який дозволяє чітко визначати причепи в процесі їх використання.

З огляду на конструктивні особливості причепів, маркування виконується на незамінних елементах конструкції, що гарантує тривале збереження інформації без ризику її втрати або випадкового пошкодження [2]. Табличка з інформацією має бути розміщена у доступному для огляду місці та забезпечувати стійкість маркування під час експлуатації.

Основні матеріали дослідження. Окреслимо сучасні методи маркування причепів:

1. Таврування. Цей метод являє собою механічне нанесення інформації шляхом штампування. Попри простоту, таврування характеризується низькою точністю та обмеженою довговічністю, оскільки нанесення виконується вручну, що знижує якість та чіткість відбитка. Цей метод використовується здебільшого дрібними виробниками, які обмежені в ресурсах для впровадження сучасних технологій маркування. Недоліками методу є висока ймовірність деформації м’яких металевих поверхонь та підвищена вразливість до фальсифікації [3].

2. Прокреслення. Даний метод є автоматизованим та широко використовується великими виробниками легкових автомобілів та причепів. Його сутність полягає у прокресленні металу спеціальними установками, які забезпечують точність і рівномірність нанесення інформації. Завдяки стійкості до підробки і чіткості відбитка прокреслення є оптимальним для масового виробництва. Однак метод є дорогим і потребує індивідуальної налаштування обладнання під кожну модель, що обмежує його використання серед малих підприємств [2].

3. Ударно-крапкове маркування. Цей метод базується на нанесенні інформації шляхом точкових ударів спеціальної голки. Ударно-крапкове обладнання, як-от пристрої MARK-TECH ES-900

(рис. 1), забезпечує високий рівень надійності та є найбільш зручним для маркування великих деталей і шильдиків транспортних засобів.

Рис. 1. Переносний електричний ударно-точковий маркіратор MARK-TECH ES-900

Основними перевагами є висока стійкість до зовнішніх впливів, збереження цілісності делікатних частин конструкції та здатність маркувати навіть на криволінійних поверхнях. Крім того, можливість додаткового фіксування маркіратора забезпечує високу однорідність нанесення маркування, що особливо актуально для акредитаційних компаній [4].

Висновки. Таким чином, сучасні методи маркування причепів сприяють підвищенню ефективності процесів ідентифікації та дозволяють забезпечити відповідність нормативним вимогам. Подальший розвиток технологій маркування забезпечить не тільки підвищення якості маркування, але й покращення безпеки експлуатації транспортних засобів.

Список використаних джерел

1. ДСТУ-3850-99 «Причепи та напівпричепи спеціалізовані. Загальні технічні умови». URL : https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY2/dsty_3850-99.pdf.

2. Piedel, E., Lauth, E., Grahle, A., & Göhlich, D. Review and Evaluation of Automated Charging Technologies for Heavy-Duty Vehicles. World Electric Vehicle Journal, 2024. 15(6), 235–245.

3. Zyryanov, V., Kiryanova, N., Korotkov, I., Nesterenko, G., Prankevich, G., & Rudiuk, I. Analysis of energy storage systems application in the russian and world electric power industry. In 2020 Ural Smart Energy Conference (USEC) 2020, pp. 106–109.

4. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. (13) С. 87–91.

UDC 631.3:62-77

ANALYSIS OF METHODS FOR ASSESSING THE QUALITY OF CLEANING REPAIR OBJECTS

Dashyvets H., Ph.D. Eng.
Garbut D., student
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

Problem statement. During machine repair, cleaning restored objects of operational and technological contaminants is crucial. Surface cleaning involves the removal of liquid and solid contaminants to a specific cleanliness level. Based on the physical and mechanical properties of machine contaminants and their components, contaminants can be conventionally divided into three groups by the complexity of their removal [1]:

I – road-soilcontaminants, fuel-lubricant residues, metal shavings, abrasives, etc;

II – aged grease, oils, residues of cleaning agents, pastes, and mastics;

III – asphalt-tar deposits, carbon deposits, scale, corrosion products, and old paint coatings.

Specific technologies are developed to remove each group of contaminants. Cleaning operations result in achieving a certain surface cleanliness level, making research into effective methods for objectively evaluating cleaning quality relevant [2].

Main research materials. A clean surface is defined as a condition where only an acceptable amount of contamination remains for a given production or process. In repair production, three cleaning levels are distinguished: macro-cleaning, micro-cleaning and activation cleaning.

Macro-cleaning – removesthe largest contaminants that hinder disassembly, defect analysis, and mechanical processing. Contaminant residues should not exceed 0,25–1,25 mg/cm².

During *micro-cleaning*, traces of contaminants remaining after macro-cleaning and light production-origin contaminants (dust, emulsion residues, etc.) are removed. Achieving the level of micro-cleaning is crucial when preparing surfaces for applying paint and varnish coatings and during final assembly operations of units and components, as the cleanliness of surfaces in these cases directly affects the reliability and lifespan of the products. To ensure normal adhesion of paint and varnish coatings, partial contamination with lubricants of no more than 0,005 mg/cm² is permissible.

For assembly operations, the amount of oil contamination on the surface should generally not exceed 0,1–0,15 mg/cm², as higher oil contamination significantly increases the accumulation of dust particles from production areas.

Even after thorough micro-cleaning, the surface remains contaminated with residues of surface-active substances, protective films, and inclusions of foreign substances. Cleaning the surface from such contaminants to prepare it for the application of electrolytic coatings should be classified as *activation cleaning*. For electrolytic coatings, this type of cleaning is an intermediate operation involving the etching of a metal layer 2–15 μm thick. The remaining contaminants on the surface after cleaning are evaluated using various methods: weight, visual, and luminescent.

Weight method – contaminationresidues are determined by weighing the object before and after cleaning.

Visual method – surfacecontamination is compared with a reference scale. A ten-point scale correlates with specific contamination levels:

1 – practicallyno cleaning (residual contamination $C \geq 5{,}0$ mg/cm²).

2 – slightsmear of contamination, most of group I contaminants are removed ($C = 1{,}6$ mg/cm²).

3 – breaks in contamination continuity,group I and most of group II contaminants are removed ($C = 1{,}25$ mg/cm²).

4 – group II and some group III contaminants are removed ($C = 1{,}0$ mg/cm²).

5 – isolated clusters of asphalt-tar contamination and loosened carbon deposits remain ($C = 0{,}75$ mg/cm²).

6 – thin asphalt-tar film residues in some spots; most carbon deposits and corrosion are removed ($C = 0{,}55$ mg/cm²).

7 – isolated carbon deposits, scale, corrosion, and old paint residues remain ($C = 0{,}5$ mg/cm²).

8 – almost complete cleaning. Minor scale and soot residues remain, not exceeding 0,25 mg/cm².

9 – complete cleaning. Possible residual thin oil films detectable by luminescent methods ($C = 0{,}1$ mg/cm²).

10 – complete cleaning. Total residual contamination does not exceed 0.01 mg/cm².

Luminescent method – used to control residual contamination from petroleum products. It is based on the fluorescence properties of certain substances (oils, greases) under ultraviolet light.

Conclusions. Given that the primary cleaning goal is contamination removal, the quality of cleaning serves as the optimization criterion. An analysis of effective methods for evaluating the cleaning quality of repair object surfaces has been performed.

References

1. Технологія ремонту машин та обладнання: навч. посіб. / О. І. Сідашенко та ін. Харків : ХНТУСГ, 2017.361 с.

2. Дашивець Г. І., Бужора Д. А. Обґрунтування і оптимізація параметрів процесу очищення деталей зануренням. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі :

матер. II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Мелітополь, 02-27 листопада 2020 р. / ТДАТУ. Мелітополь, 2020. С. 599–604.

УДК 631.3-82

WORKING CONDITIONS AND PERFORMANCE INDICATORS OF HYDRAULIC SYSTEM ELEMENTS OF MOBILE MACHINERY

Viunyk O., sin. teacher,
Shevchenko P., student
Dmytro Motornyi Tavrija State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

Construction and road machinery includes motor graders, bulldozers, excavators, scrapers, specialized vehicles, agricultural machinery includes forage harvesters and grain harvesters, etc. In these machines, due to its advantages, hydraulic drive has found wide application. More than 90% of single-bucket excavators produced in the country have a hydraulic drive. The share of construction mechanization equipment with a hydraulic drive exceeds 50%. In mobile agricultural machinery, a hydraulic drive for controlling working equipment has found 100% application, and hydraulic transmission is used in almost all combines of both domestic and foreign production.This is confirmed by the analysis of literary sources [1], which showed that modern combine harvesters DON-1500/1500B/1500M/2600/091, Yenisei-1200/950/960/9, forage harvesters KSK-100, DON-750/680/680M, Polissya-250, mower-conditioners DON-800, KPS-5G, root and shoot harvesters RKM-4, RKM-6, KS-6B, concrete mixer trucks SB-92V/159B/172-1/237, SMB-060, as well as foreign equipment from corporations "John Deere", "Claas", "Case", "Massey Ferguson" and others, are equipped with various hydraulic systems that include a volumetric hydrostatic drive of the transmission (ГСТ).

The developer of the volume hydraulic drive (ГСТ) is the Sauer company, which was founded in 1946 in Germany. Over the years, the company has developed and produced axial piston pumps and hydraulic motors of the 15, 20, 40, 42, 51, 70, 90 series.

ГСТ-90 is an analogue of the 20th series of axial piston pumps and hydraulic motors and is most popular in our country and neighboring countries.

The general view of the hydraulic drive of the ГСТ-90 transmission is shown in Fig. 1.

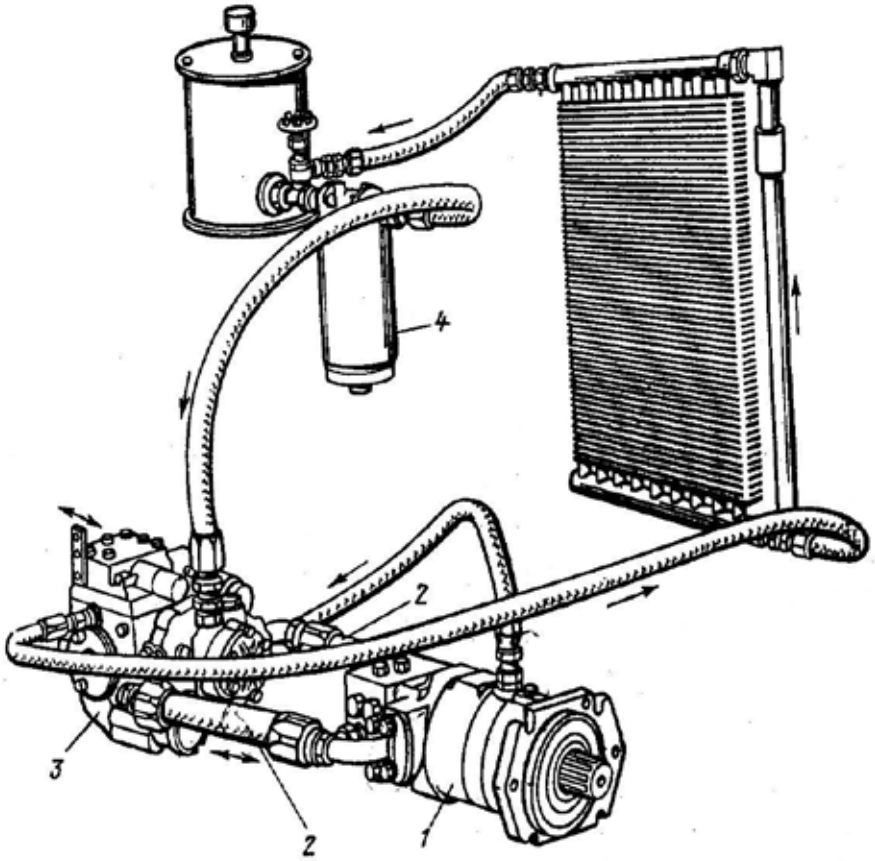
Volumetric hydraulic drive ГСТ-90 (Fig. 1) includes an axial-plunger pump 3 with an adjustable working volume, a non-adjustable axial-plunger

hydraulic motor 1, a reservoir for the working fluid, a heat exchanger, a fine filter 4 with a vacuum gauge, pipelines and hoses [2].

An axial piston pump converts the mechanical energy of the engine into hydraulic energy, creating a flow of working fluid; an axial piston hydraulic motor, on the contrary, converts the hydraulic energy of the working fluid into mechanical energy.

Axial piston hydraulic machines (pump and hydraulic motor) are interconnected by two hydraulic lines. One of them supplies the working fluid flow from the pump to the hydraulic motor under pressure up to P_h=34,3 MPa, on the second - returns from the hydraulic motor to the pump under pressure P_b=1,17 MPa [2].

Thus, in the "pump-hydromotor" system of the ГСТ-90 hydraulic drive, a closed circulation of the working fluid occurs. The working fluid, which has leaked through the mating parts of the hydraulic units, enters their internal cavity, from there it flows through the drainage pipeline system through the heat exchanger into the tank.



1 – axial-plunger unregulated hydraulic motor; 2 – high-pressure hose; 3 – axial-plunger adjustable pump; 4 – oil filter

Fig. 1. ГСТ-90 positive displacement hydraulic drive [2]

The design features of axial-piston hydraulic machines include the presence of a power supply system, a working volume control system (control hydraulic distributor and servo piston with a cradle) and a hydraulic motor of the valve box [1].

The main parameters of the ГСТ-90 volumetric hydraulic drive are given in table 1.

According to the manufacturer, the criterion for the limit state of the ГСТ-90 volumetric hydraulic drive is a decrease in the volumetric efficiency of the pump at nominal modes by no more than 20% [3].

Table 1

Main parameters of the volumetric hydraulic drive ГСТ-90

№	Parameters	Main working parts	
		Axial piston pump	Axial piston hydraulic motor
1	Working volume, cm3	89,0	89,0
2	Nominal flow, l/min, not less	119,87	-
3	Nominal flow rate, l/min, not less	-	119,87
4	Maximum drainage pressure, MPa	0,35	0,35
5	Feed coefficient, not less	0,949	-
6	Hydromechanical efficiency	-	0,92
7	Coefficient of useful action, not less	0,88	0,89
8	Power, kW (hp), not less	53,86 (73,25)	
9	Temperature in the hydraulic motor drainage, ºC	+80	+80,0
10	Nominal filtration fineness, μm	10,0	10,0
11	Weight without working fluid, kg	78,0	48,0

Gamma-percentage resource ($\gamma = 90\%$)ГСТ-90 before the first major overhaul is 4000m-h, and gamma percentage time to failure ($\gamma = 95\%$) is $1800_{\text{m-h}}$. [4].

If we assume that the operating time of the ГСТ-90 before resource failure is distributed according to the Weibull law with a coefficient of variation, then the average resource of axial-piston hydraulic units is equal to [3]:

$$\bar{t} = \frac{l_{0,9}}{W_{0,9}} = \frac{4000}{0{,}5289} = 7563m - h \quad (1)$$

which is approaching the full resource of the combine.

Operational studies conducted on the Don-1500B combines of 2001 release in [5] showed that in the first year of operation, on average, 363 failures occurred, of which 102 were on hydraulic system units, including 22 failures on hydrotransmission units, i.e. the service life of completely new ГСТ-90s is significantly less than the standard set by the manufacturer (1500 moto-hours (OJSC) "Gidromash" Salavat, and 1800 moto-hours OJSC

"Gidrosila" Kirovograd).

According to the authors in [4,5], the range of resource failures of the ГСТ-90 combines equipped with the ГСТ-90 is in the range of 178...1023m-h, with an average value of T = 616,3 m-h, і середньоквадратичному відхиленні σ = 243 m-h.

Fig. 2 shows the results of statistical processing of the average seasonal operating time of KSK-100 combines depending on the service life [5]

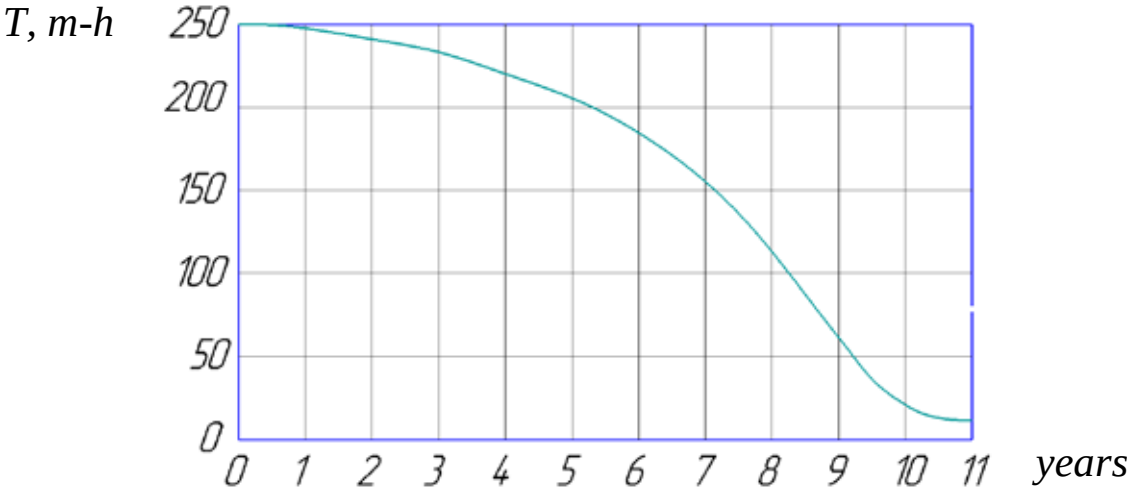


Fig. 2. Curve of decrease in working hours before failure of the combineKSK-100 from the service life

From Fig. 2 it follows that the seasonal operating time of the combine is in the range T_c=47…253 m-h, with average seasonal operation T_{av} = 170,6 m-h. Thus, failures of the second and third groups of complexity occur after 3...4 years of operation of the machine.

A detailed analysis of the reliability indicators of axial-piston hydraulic machines shows that a significant share (44%) of all malfunctions falls on the pumping units of the pump and motor. Judging by the type and nature of wear of the parts of the pumping unit, we can say that they are mainly due to hydroabrasive and cavitation wear, which are caused by the content of mechanical particles and dissolved air in the working fluid [5].

The purpose of further research is to experimentally determine the effect of wear of parts in the plunger pair of the pumping unit of the axial-piston hydraulic pump on its volumetric and mechanical losses.

References.

1. Збірник методичних материалів з будови, обслуговування та ремонту ГСТ 33/90/112. Кіровоград : ОАО «Гідросила», 2005. 176 с.

2. Аврулін Г.А., Подригало М.А., Мороз І.І., Коваль О.Д.Аналіз технічного рівня об’ємних гідроприводів з мотор-колесами.Mechanics and Advanced Technologies. Vol. 7, No. 2, 2023 p. 185 – 192.

3. Гидропривод объемный ГСТ-90. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Кировоград, 1994. 12 с.

4. Гидронасос НПА-90Р. Технический паспорт. ОАО «Гидросила», 2006. 20 с.

5. Баликов Н.М. Забезпечення роботоздатності та підвищення ресурсу гідроприводів сільськогосподарської та меліоративної техніки із застосуванням комплексних покриттів: автореф, дис. канд. техн. наук. Вінниця: ВПІ 2002. 6 с.

УДК 621.791.03

ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ДУГОВОЇ ПРИВАРКИ МЕТИЗІВ

Ситников П.А.[1], Ph.D,
Король М.О.[2]
[1]*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків.*
[2]*Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково-виробнича фірма «ЗВАРКОНТАКТ», м. Харків.*

Приварка метизів (шипів, шпильок, штифтів, болтів, бонок та ін.) широко використовується в різноманітних галузях сучасної промисловості, зокрема у теплоенергетиці, машинобудуванні, літако- та кораблебудуванні, нафтопереробному комплексі. Відомі наступні способи приварки метизів: конденсаторний, ударно-конденсаторний, приварка покритим електродом, дуговий, аргонодуговий неплавким електродом, контактний, напівавтоматичний та ін.

Аналізом відомих способів та технологій приварки встановлено наступне: поряд з суттєвими перевагами способів конденсаторної та ударно-конденсаторної приварки, а саме малим часом горіння зварювальної дуги, мінімальною глибиною проплавлення основного металу, а відповідно, не значним розміром зони термічного впливу, використання цих способів є досить обмеженим через відсутність серійного обладнання та наукове обґрунтування технології приварки. Варто відмітити, що для реалізації цих способів також необхідно виготовляти технологічний виступ на кінці метизів, який впливає на якість зварного з'єднання.

Використання технологій дугової приварки не завжди забезпечує рівномірність провару по всьому периметру метизу, що, наприклад, при приварці шипів не гарантує надійність теплового потоку та не забезпечує його розрахункове проходження. Використання способу дугової приварки із захисними керамічними кільцями та приварки під флюсом є досить економічно витратними технологічними процесами,

які характеризуються важкими умовами роботи зварника, обмеженим просторовим положенням виконання робіт. Обладнання для дугової приварки має досить значні габарити та вагу, що ускладнює мобільність виконання робіт з приварки. Контактна приварка метизів можлива лише у спеціально облаштованих місцях, що виключає виконання пересувних ремонтних робіт та характеризується значними енергетичними витратами.

Метою роботи є розроблення технології дугової приварки метизів, яка забезпечує високу якість зварних з'єднань.

Науково-виробничою фірмою «ЗВАРКОНТАКТ» розроблені інверторні джерела постійного струму ПУШ-850С та ПУШ-1050С (цифра вказує максимальний показник зварювального струму) для напівавтоматичної дугової приварки метизів методом «короткого циклу», який характеризується меншим тепловкладенням і незначною деформацією деталі при виконані процесу. Технічні та масогабаритні характеристики установок наведені в табл. 1 [1].

Таблиця 1

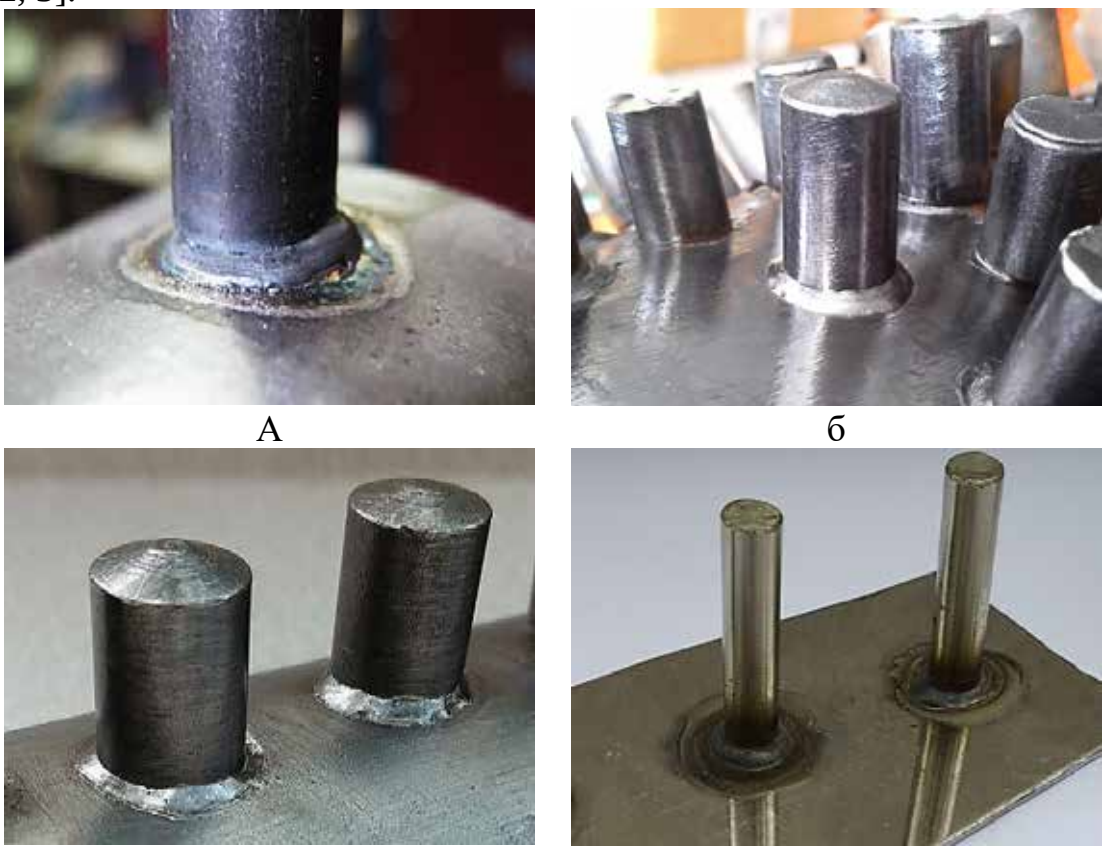
Технічні та масогабаритні характеристики установок ПУШ-850С та ПУШ-1050С

Параметр	ПУШ-850С	ПУШ-1050С
Напруга мережі живлення, В	380	380
Частота мережі, Гц	50	50
Номінальна потужність, кВ·А	14	22
Потужність холостого ходу, кВ·А	0,02	0,02
Коефіцієнт корисної дії, %	~90	~90
Діапазон зварювального струму, А	100…850	100…1050
Тривалість імпульсу (час зварювання), с	0,01…1,0	0,01…1,0
Діапазон діаметрів метизу, мм	3…12	3…16
Кількість приварених метизів, од./хв	до 16	до 22
Габаритні розміри (Ш-В-Д), мм	350-540-600	430-620-760
Маса установки, кг	45	58

Установки є джерелом живлення постійного струму інверторного типу, до якого підключено зварювальний пістолет, під'єднаний до блоку водяного охолодження. Інверторна електронна схема установок розроблена на основі технології дугової приварки «коротким циклом». В момент натискання кнопки зварювального пістолету метиз, який контактує з основним металом, замикає електричний ланцюг, після чого метиз підіймається на задану відстань та за рахунок протікання струму утворює зварювальну дугу. Впродовж короткого проміжку часу (до 1,0 с) в середовищі аргону торець метизу та поверхня основи оплавляються, під дією пружини пістолету метиз осаджується в основу, здійснюючи гасіння дуги, після чого починається кристалізація розплавленого металу зварювальної ванни [1].

Технологія приварки була успішно апробована при приварці

партій шипів та шпильок діаметром від 3 до 16 мм, висотою від 10 до 250 мм з різних марок низьковуглецевих, теплостійких і нержавіючих сталей на труби та листи із сталей різного хімічного складу та призначення товщиною від 1,5 до 8,0 мм. При проведенні дослідів було відмічено високу якість формування галтей зварних з'єднань (рис. 1) [2, 3].



А б В г

Рис. 1. Фрагменти приварених метизів (шипів), отримані при використанні розробленого обладнання і технології, сталі вказані за схемою «метиз - основа»: а) – Сталь 20 - 15Х5М; б) – 12Х1МФ - 15Х5М; в) – Сталь 20 - 08Х18Н10Т; г) – Aisi 304 - 12Х17

Розроблене обладнання та технологія приварки характеризуються високою надійністю, дозволяють отримати якісні зварні з'єднання та рекомендовані для промислового використання в різних галузях.

Роботу виконано в межах Договору про науково-технічне співробітництво та наукове консультування № 145/38-2024 від 03.06.2024 р. між НТУ «ХПІ» та ТОВ «Науково-виробнича фірма «ЗВАРКОНТАКТ».

Список використаних джерел

1. Установки для приварки кріпильних шипів та метизів. Офіційний сайт ТОВ «Науково-виробнича фірма «ЗВАРКОНТАКТ».

URL: http://www.svarkontakt.com.ua/products/svarkontakt/push-850-1000 (дата звернення: 01.11.2024).

2. Ситников П.А. Дослідження та вдосконалення технології приварювання шипів на труби технологічних трубопроводів. *Вісник ХНАДУ*. Харків, 2017. Вип. 77. С. 171–174.

3. Ситников П.А., Єфіменко М.Г., Барташ С.М. Технологія приварки шипів на труби технологічних трубопроводів з мартенситної сталі 15Х5М без підігріву. *Теорія і практика сучасної науки* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., Херсон, 2017. С. 146–149.

СЕКЦІЯ 5. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ АПК, ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

УДК 681.12

РОЗВИТОК БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СВІТІ

Скляр О. Г., к.т.н.,
Стеблюк В. Є., магістрант
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

У низці країн світу енергетика на біомасі зайняла важливе місце в енергобалансі. Наприклад, у Данії на частку енергетики на біомасі припадає понад 7% усієї енергетики, в Австрії – 12%, у Швеції – 21%, а у Німеччині – понад 24%. У цілому, в ЄС щорічно із біомаси отримують 14% загальної потреби у енергії [1]. Європейський ринок біогазових установок оцінюється в $3 млрд, і, за прогнозами, він повинен вирости до $25 млрд уже до 2020 р. При цьому 75% біогазу виробляється з відходів сільського господарства, 17% – з органічних відходів приватних домогосподарств і підприємств і ще 8% – каналізаційних очисних споруд.

Сьогодні питання використання альтернативних джерел для виготовлення енергії – одне з найактуальніших у всьому світі. Біогазові установки стають важливою складовою енергетичного та промислового комплексів [2]. Їх переваги беззаперечні: це не лише отримання палива, яке можна використовувати для виробництва електроенергії, інших промислово-побутових потреб виробничих комплексів, а й вирішення питання утилізації відходів – замість витрат на їх вивезення та захоронення підприємство отримує додатковий прибуток.

Китай є світовим лідером у впровадженні біогазових технологій. У країні працює понад 15 мільйонів біогазових установок, які генерують 14 млрд куб. м/рік біогазу, покриваючи близько 30% потреб в енергоносіях. Це дозволяє заощаджувати 10 млн тонн викопного палива щорічно. До 2020 року було заплановано забезпечити 300 млн людей у сільській місцевості. Уряд активно фінансує розвиток: за 11 років інвестовано 21,2 млрд юанів, зокрема 800 млн юанів у 2010 році на 200 тис. установок для тибетських селян.

Німеччина – європейський лідер у виробництві біогазу з понад 10 000 установок, що використовують гній і енергетичні культури. Від біогазу отримують електрику для 500 тис. будинків. Відзначено важливість державної підтримки, зокрема закупівлю електроенергії за «зеленим тарифом». До 2030 року планується, що біогаз покриватиме

10% споживання природного газу.

У США ринок біогазу розвивається повільніше, з приблизно 200 установками, здебільшого на молочно-товарних фермах. Потенціал країни сягає 1600 МВт, але реалізовано лише частину можливостей. Штат Вермонт вирізняється успішними проєктами, забезпечуючи 47 млн кВт/год електроенергії.

До 2020 року прогнозувалося збільшення виробництва біогазу до 36,29 млрд м³ (еквівалент 29,43 млн т н.е.), використовуючи лише 35% гною та 5% орних земель для енергетичних культур.

Продовжуючи аналіз розвитку біогазових технологій у світі та ЄС, варто відзначити кілька важливих аспектів [2, 3]:

1. Джерела сировини: Європа активно використовує сільськогосподарські відходи, спеціально вирощені енергетичні культури та органічні фракції твердих побутових відходів. У Великобританії, Франції та Італії домінує використання біогазу з полігонів ТПВ, тоді як у Німеччині, Чехії та Австрії – з агровідходів і рослинної сировини.

2. Технічна ефективність: Середня ефективність біогазових установок у ЄС становить 75-80%. Новітні проєкти спрямовані на перехід до біометану з подальшою його ін'єкцією в газові мережі, що забезпечує ефективніше використання.

3. Перспективи: Дорожня карта ЄС передбачає до 2020 року виробництво біогазу, що може замістити до 29,43 млн т н.е. (еквівалент 36,29 млрд м³ природного газу). Близько 60% біогазу планується виробляти з енергетичних культур, 20% – із гною, решту – з промислових і побутових відходів.

Розвиток біогазових технологій у світі та ЄС орієнтований на екологічну сталість та енергетичну незалежність. Інновації в очищенні біогазу, масштабне впровадження біометанових установок, а також збільшення потужностей роблять біогаз ключовим джерелом відновлюваної енергії у майбутньому. Так, Україна є великою аграрною країною, тому й потенціал щодо виробництва біогазу досить потужний. Ще одне питання, яке вирішується в біогазових проєктах, це екологія. Такі проєкти зменшують використання інших видів палива, відповідно зменшуючи небезпечні і непотрібні викиди в атмосферу.

Список використаних джерел

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аспекти удосконалення конструкцій біогазових установок. Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. ДБТУ. Харків, 2023. С. 81–84.

2. Болтянський Б.В. Аспекти вдосконалення технології виробництва біогазу. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 1. С. 89–100. https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-6.

3. Скляр О.Г., Скляр Р. В. Аналіз роботи біогазових установок.

Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С.132–138.

УДК 621.311:658.5:633.11

ГНУЧКІ СОНЯЧНІ ЕЛЕМЕНТИ ЯК ДЖЕРЕЛО АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

Дяденчук А.Ф.[1], к.т.н.,
Філіпович Є.В.[2], здобувач освіти,
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.*
[2]*Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя.*

Постановка проблеми. Агропромисловий комплекс є важливою галуззю економіки, яка вимагає постійного впровадження інноваційних технологій [1]. До таких технологій відносяться дрони, сенсори і супутникові технології для моніторингу стану ґрунту, рослин і посівів, автономні трактори, комбайни, роботи для посадки, збирання врожаю та догляду за рослинами та інші пристрої, що вимагають автономного енергозабезпечення. Таким чином виникає необхідність у впровадженні гнучких, легких і мобільних енергетичних рішень, які забезпечать автономне живлення пристроїв навіть у віддалених місцях. Одним із перспективних рішень є використання гнучких сонячних панелей, які здатні адаптуватися до будь-яких поверхонь й умов експлуатації, зберігаючи при цьому достатню енергетичну ефективність [2]. У зв'язку з цим актуальним є пошук ефективних способів інтеграції гнучких фотоелементів в енергетичні системи для забезпечення енергетичних потреб АПК.

Метою дослідження є розробка підходів до інтеграції гнучких сонячних панелей в агропромисловий комплекс та визначення очікуваних результатів впровадження для підвищення енергоефективності й автономності енергетичних систем.

Основні матеріали дослідження. Традиційні сонячні панелі, які наразі демонструють ефективність порядку 15-22%, мають ряд обмежень: значна вага, жорсткість конструкції та складність транспортування. З огляду на наведені недоліки інноваційною альтернативою традиційним панелям стають гнучкі сонячні панелі з гетероструктурними матеріалами [3-4]. Як свідчать порівняльні дані досліджень вітчизняних та закордонних вчених (рис. 1), гнучкі сонячні

панелі легші, що зменшує навантаження на конструкції, і гнучкі, що дозволяє їх встановлювати на нерівні або рухомі поверхні (дахи транспортних засобів, теплиць, мобільну техніку тощо) [5]. Завдяки стійкості до механічних пошкоджень і меншій товщині, такі панелі зручніші для транспортування та монтажу. Крім того, їх виробництво часто потребує менше сировини, що робить їх більш екологічними [6]. Ці властивості розширюють можливості використання гнучких панелей. Дослідження інтеграції гнучких панелей дає змогу розробити технології, які оптимально поєднують високу енергоефективність із простотою впровадження, що сприяє популяризації цієї технології серед аграріїв.

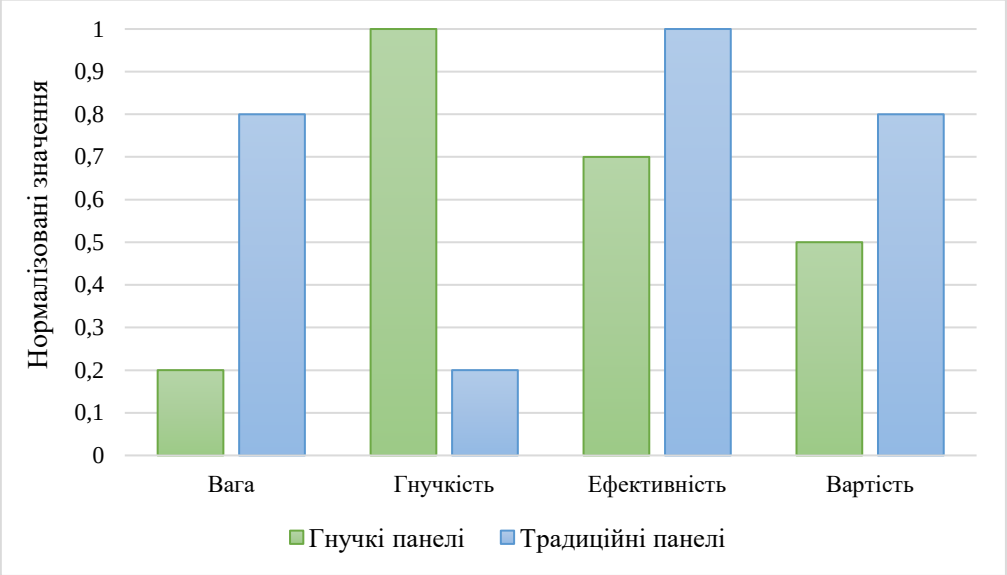


Рис. 1. Порівняння характеристик сонячних панелей

Отже, гнучкі панелі можуть слугувати основним джерелом енергії, інтегрованим в різні технології та рішення в агропромисловому секторі (рис. 2).

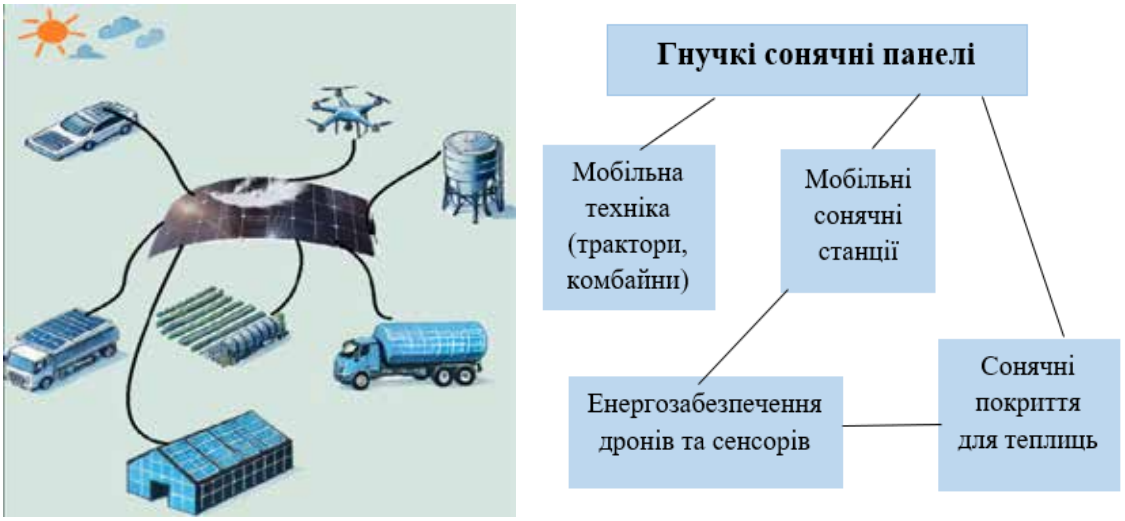


Рис. 2. Інтеграція гнучких сонячних панелей в АПК

Гнучкі сонячні панелі, встановлені на мобільну техніку, забезпечуватимуть енергоживлення систем навігації, моніторингу стану обладнання та роботи датчиків або підтримки роботи холодильних камер під час перевезення, що дозволить підвищити енергоефективність техніки і зменшити її залежність від пального. Тимчасові енергетичні установки, оснащені гнучкими панелями, можуть використовуватися для польових робіт (зарядка обладнання, живлення насосів для зрошення). Їх використання як сонячні фасади для аграрних будівель дозволяє генерувати енергію для освітлення, вентиляції чи обігріву, забезпеченню енергією дронів, які використовуються для моніторингу стану рослин, що сприяє більш екологічному підходу до управління господарством. Можна стверджувати, що впровадження таких технологій сприяє підвищенню конкурентоспроможності агросектору, оскільки дозволяє оптимізувати витрати на енергію та забезпечити безперебійну роботу обладнання навіть у важкодоступних місцях.

Висновки. Таким чином, інтеграція гнучких сонячних панелей забезпечує автономність роботи всіх систем, підвищує енергоефективність, знижує витрати на паливо та зменшує вуглецевий слід агропромислового сектору. Використання гнучких сонячних панелей дозволить не тільки знизити залежність від традиційних джерел енергії, але й покращити енергоефективність, зменшивши витрати на експлуатацію та обслуговування. Перспективи використання таких систем є важливими, оскільки вони можуть забезпечити стійке енергозабезпечення навіть у віддалених або важкодоступних районах, де інші джерела енергії є недоступними або економічно неефективними.

Список використаних джерел

1. Павлова Г.В., Кухарук А. Д. Особливості інноваційного розвитку агропромислового комплексу України. *Актуальні проблеми економіки та управління*. 2019. № 13. URL: http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/157525 (дата звернення: 21.11.2024)

2. Warley P. Thin-film solar is the future of agrivoltaics. *PV magazine USA*. URL: https://www.pv-magazine.com/2023/12/22/thin-film-solar-is-the-future-of-agrivoltaics/ (дата звернення: 21.11.2024)

3. Liu X., Wang S., Zheng H., Cheng X., Gu Y. Photochemical charge separation and photoelectric properties of flexible solar cells with two types of heterostructures. *Applied Physics Letters.* 2015. V. 107(24). P. 243901

4. Socol M., Preda N., Breazu C., Stanculescu A., Costas A., Stanculescu F., Costas A., Stanculescu F., Girtan M., Gherendi F., Popescu-Pelin G., Socol G. Flexible organic heterostructures obtained by MAPLE. *Applied Physics A*. 2018. V. 124. Pp. 1-7.

5. Burakova A. D., Burakova L. N., Anisimov I. A., Burakova O. D. Evaluation of the operation efficiency of solar panels in winter. In *IOP*

Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. V. 72, No. 1. P. 012022. IOP Publishing.

6. Dallaev R., Pisarenko T., Papež N., Holcman V. Overview of the current state of flexible solar panels and photovoltaic materials. *Materials.* 2023. V. 16(17). P. 5839.

УДК 621.313.333.004.58

КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ ПРИКЛАДЕНОЮ НАПРУГОЮ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ

Вовк О.Ю., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Електромеханічне перетворення енергії у різних типах робочих машин і агрегатах базується на електроприводі, який у Європі споживає до 70 % виробленої електроенергії [1 – 3]. До 85 % всіх електроприводів споживають електроенергію змінного струму (головним чином, це асинхронні електроприводи) [4, 5]. Асинхронні двигуни, які є силовими приводними агрегатами таких електроприводів, значний час роботи функціонують з не оптимальним завантаженням, що обумовлює зменшення їх коефіцієнта корисної дії у порівнянні з максимальним значенням. На сучасному етапі для вирішення цієї проблеми використовують регульовані асинхронні електроприводи, які дозволяють економити до 40 – 50 % споживаної ними електроенергії і покращують показники технологічних процесів [6, 7]. Дослідженню та розробці таких електроприводів присвячено значна кількість робіт ([8, 9] та інші), у яких розглядаються різні способи керування. Проте всі вони майже не враховують конструктивні і режимні особливості робочої машини, яка приводиться в дію асинхронним двигуном приводу.

Основні матеріали дослідження. Існуючі робочі машини в залежності від їх роботи і конструктивних особливостей, головним чином, мають чотири види механічних характеристик: не залежна від швидкості, лінійно зростаюча, параболічна і гіперболічна. На базі аналітичного описання цих механічних характеристик і механічної характеристики асинхронного двигуна отримано рівняння ковзання електродвигуна для випадків його роботи у парі з кожним типом робочих машин. Ці рівняння є функцією завантаження робочої машини, її головних конструктивних параметрів і напруги на

затискачах двигуна. В результаті аналізу процесу електромеханічного перетворення енергії в електродвигуні отримано рівняння його сумарних втрат потужності у функції напруги на затискачах, параметрів Г-подібної схеми заміщення і ковзання двигуна. Після підстановки рівнянь ковзання у останні встановлено остаточні рівняння втрат потужності. Наприклад, для робочих машин з параболічною механічною характеристикою (насосні агрегати, вентиляційні установки) рівняння втрат потужності має вигляд:

$$\Delta P_S = \Delta P_{const.н} \times k_u^2 + \Delta P_{var.н} \times \frac{\left(r_1' + r_2'/s_н\right)^2 + \left(x_1' + x_2'\right)^2 \times k_u^2}{\left(r_1' + \frac{r_2'}{1 + \frac{(1 - s_н)}{k_з \times 2 s_н}\left(k_u^2 - \sqrt{k_u^4 (1 - s_н) + k_з \times 4 s_н (1 - M_*)\left(k_u^2 + k_з \times s_н M_*\right)}\right)}\right)^2 + \left(x_1' + x_2'\right)^2}, \quad (1)$$

де $\Delta P_{const.н}$, $\Delta P_{varн}$ – відповідно постійні і змінні втрати в електродвигуні при номінальному завантаженні і номінальній напрузі, *Вт*;

k_u – коефіцієнт зниження живлячої напруги щодо номінального значення;

$k_з$ – коефіцієнт завантаження електродвигуна;

$s_н$ – номінальне ковзання електродвигуна;

M_* – відносне значення моменту зрушення робочої машини;

r_1', x_1', r_2', x_2', r_1, x_1 – параметри Г-подібної схеми заміщення електродвигуна, *Ом*.

Чисельне розв'язання цього рівняння за мінімумом втрат потужності дозволяє встановити залежність між напругою на затискачах асинхронного двигуна і коефіцієнтом його завантаження. Наприклад, для випадку приведення у дію насосного агрегату з $M_* = 0{,}2$ електродвигуном АИР100S4 (потужністю 3,0 кВт) графічна залежність $k_u = f(k_з)$ за умови $\Delta P_S \to min$ наведена на рис.1.

Апроксимація залежності, наведеної на рис.1, дає рівняння для керування за допомогою напруги вказаного двигуна. Воно має вигляд:

$$U = U_н \times (-0{,}872 \times k_з^2 + 1{,}758 \times k_з + 0{,}09), \quad (2)$$

де $U_н$ – номінальна напруга електродвигуна, *В*.

Для інших видів механічних характеристик робочих машин види рівнянь є аналогічними, але чисельні значення у дужках є іншими.

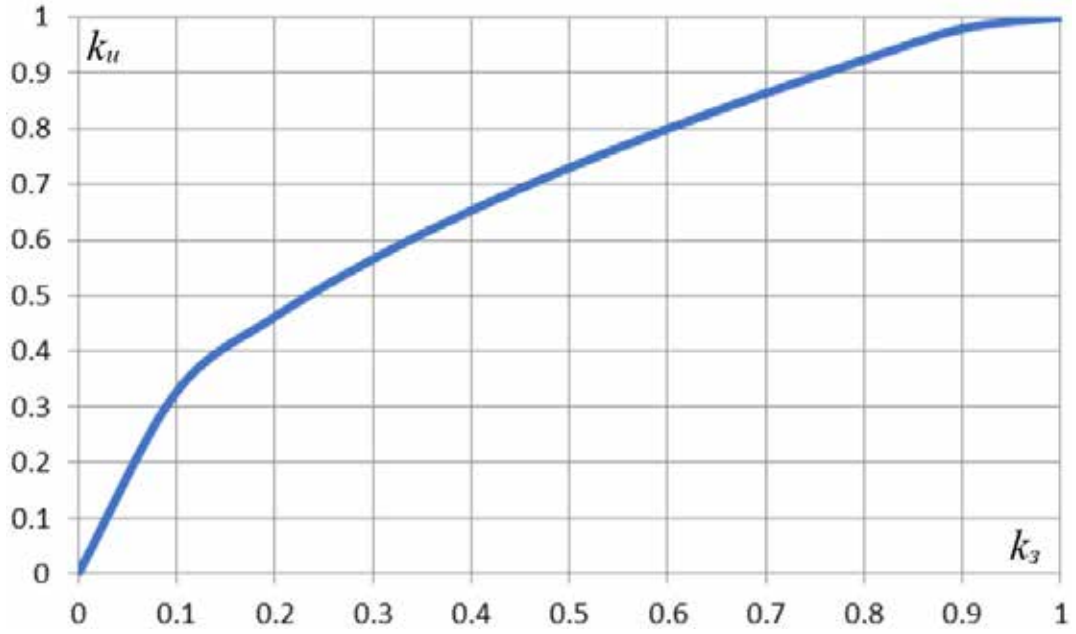


Рис. 1. Залежність $k_u = f(k_з)$ за умови $\Delta P_S \to min$ для асинхронного двигуна АИР100S4 приводу насосного агрегату

Висновки. Таким чином, дослідження показують, що втрати потужності в асинхронному двигуні є функцією конструктивних параметрів двигуна і робочої машини та коефіцієнтів зниження напруги і завантаження. Чисельне розв'язання рівняння цих втрат дозволяє отримати залежність напруги електродвигуна від коефіцієнта завантаження за умови мінімуму втрат потужності. Вказана залежність може бути використана для регулювання напруги двигуна задля збереження електроенергії.

Список використаних джерел

1. Tareq M.A. Al-Quraan, Oleksandr Vovk, Serhii Halko, Serhii Kvitka, Olena Suprun, Oleksandr Miroshnyk, Vitalii Nitsenko, Nurul Mohammad Zayed and K.M. Anwarul Islam. Energy-Saving Load Control of Induction Electric Motors for Drives of Working Machines to Reduce Thermal Wear. Inventions. 2022. 7(4). P.92.

2. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Стребков О.А., Волошина А.А. Енергозберігаючі режими роботи асинхронних електродвигунів при змінному завантаженні. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19, Том 3. С. 142–150.

3. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Ресурсозберігаюче керування навантаженням асинхронних електродвигунів насосних установок в умовах зниження живлячої напруги. Науковий вісник ТДАТУ. 2022. Вип.12, том 1. С. 18.

4. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Стребков О.А., Волошина А.А. Розробка системи забезпечення ресурсоенергозберігаючого експлуатаційного режиму роботи асинхронного електродвигуна. Енергетика і автоматика. 2016. №4(30). С. 89–97.

5. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Дідур В.А. Вплив відхилення живлячої напруги на ресурс ізоляції асинхронних електродвигунів потокових технологічних ліній. Науковий вісник ТДАТУ. 2019. Вип.9, Т.1. DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-25

6. Вовк О.Ю. Ресурсозберігаюче управління асинхронними електродвигунами. Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті І.І. Мартиненка "Енергозабезпечення технологічних процесів". Мелітополь: ТДАТУ. 2019. С.12.

7. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. Контроль витрати ресурсу ізоляції асинхронних електродвигунів при відхиленні напруги живлячої мережі. Праці ТДАТУ. 2015. Вип.15, Т.2. С. 154–159.

8. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. Вплив відхилення напруги живлячої мережі на втрати потужності в асинхронному електродвигуні. Вісник ХНТУСГ. 2015. Вип.164. С. 121–123.

9. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Дослідження втрат активної потужності в асинхронному електродвигуні. Науковий вісник ТДАТУ, 2017. Вип.7, Т.1. С. 126–134.

УДК 536.24:620.92

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Скляр Р. В., к.т.н.,
Акулов В.Д., аспірант
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

На сьогодні біогазові установки стають дедалі популярнішими у світовій практиці для утилізації гною. Ці системи працюють в анаеробних умовах, перетворюючи гній на біогаз і високоякісні органічні добрива. У процесі зброджування в гної розвивається мікрофлора, яка поступово розщеплює органічні сполуки до кислот. Далі, під впливом синтрофних і метанутворюючих бактерій, ці кислоти перетворюються на газоподібні продукти – метан і вуглекислий газ [1]. Одночасно відбувається дезодорація та дегельмінтизація гною.

Попри численні переваги анаеробної обробки, широке впровадження біогазових установок у сільське господарство України гальмується їхньою відносно низькою енергетичною ефективністю. Зокрема, до 60% виробленого біогазу використовується для власних потреб системи [2]. Основні енергетичні витрати припадають на підтримання необхідного теплового режиму, зокрема на нагрів

щоденних порцій субстрату до температури процесу.

Анаеробне зброджування субстрату з вологістю 90–95% є енергоємним процесом, що потребує значних витрат тепла, які переважно спрямовуються на підігрів субстрату до робочої температури. Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів дозволяє знизити теплові втрати, але основним завданням залишається оптимізація енергетичних витрат, пов'язаних із нагріванням субстрату [3].

Інтенсивність процесу анаеробного зброджування в значній мірі залежить від температурного режиму в метантенку. Так, при роботі метантенка в мезофільному режимі при температурі зброджування 37 °С допустиме коливання температур становить 2,8 °С, а при термофільному (55 °С) - лише 0,3 °С [3]. Тому, щоб отримати необхідну для протікання процесу температуру і підтримувати її на заданому рівні, необхідно підігріти субстрат до температури, близької до температури зброджування і забезпечити додатковий підігрів для компенсації тепловтрат [4].

В даний час використовуються різні методи забезпечення температурного режиму в біогазових установках, які можна умовно розділити на чотири групи [3,4]:

- підігрів через поверхню метантенка;
- підігрів вбудованими всередину метантенку теплообмінниками;
- контактний нагрів субстрату;
- підігрів в зовнішніх теплообмінниках.

Схематичне зображення методів підтримки температурного режиму наведено на рисунку 1.

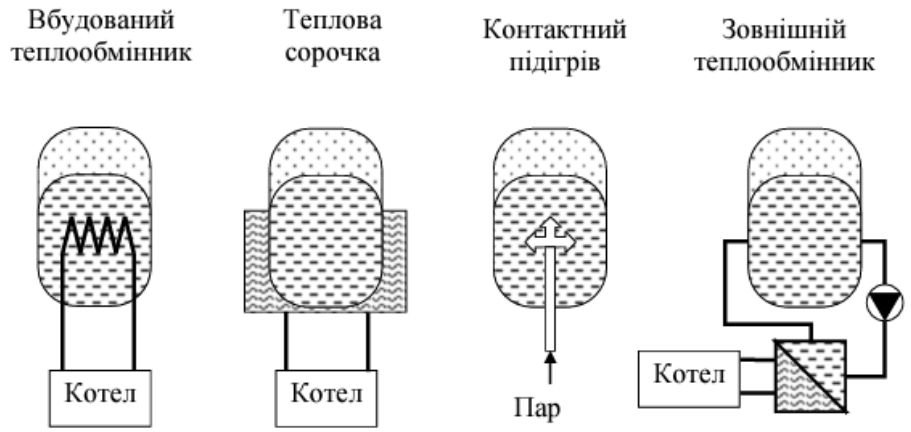


Рис. 1. Методи підтримки температурного режиму

Методи забезпечення температурного режиму [3-5].

1) *Підігрів вбудованими теплообмінниками.* Теплообмінники інтегруються безпосередньо у ферментатор. Це можуть бути трубчасті або пластинчасті системи, через які циркулює теплоносій (зазвичай гаряча вода).

Переваги:

- забезпечення рівномірного розподілу температури у всьому об’ємі;
- мінімальні тепловтрати через зовнішнє середовище.

Недоліки:

- складність у обслуговуванні через контакт із субстратом;
- необхідність регулярного очищення від налипань.

2) *Підігрів через поверхню метантенка.* Нагрівальні елементи монтуються на зовнішній стінці ферментатора. Застосовуються електричні мати, трубки з гарячою водою або нагрівальні панелі.

Переваги:

- відсутність контакту з субстратом, що зменшує ризик засмічення;
- простота технічного обслуговування.

Недоліки:

- високі тепловтрати без належної теплоізоляції;
- обмежена ефективність для ферментаторів великого об’єму.

3) *Контактний нагрів субстрату.* Перед подачею до ферментатора субстрат нагрівається в спеціальних теплообмінниках за допомогою прямого контакту з теплоносієм.

Переваги:

- швидке досягнення необхідної температури;
- можливість регулювання нагріву залежно від вхідної температури.

Недоліки:

- значні енергозатрати;
- ризик забруднення теплоносія органічними частками.

4) *Підігрів у зовнішніх теплообмінниках.* Субстрат перекачується через теплообмінник, де підігрівається та повертається в ферментатор.

Переваги:

- легкість обслуговування теплообмінника;
- можливість інтеграції з іншими системами, такими як сонячні колектори чи когенераційні установки.

Недоліки:

- додаткові витрати на перекачування субстрату;
- ризик теплових втрат під час транспортування.

Підігрів вбудованими теплообмінниками – ефективний метод для забезпечення рівномірного температурного режиму в метантенку. Особливо підходить для невеликих ферментаторів із відносно чистим субстратом, щоб мінімізувати ризики засмічення.

Підігрів через поверхню метантенка – доцільний для об'єктів із добре ізольованими резервуарами. Ідеальний для районів із помірним кліматом і менш вимогливий до очищення нагрівальних елементів.

Контактний нагрів субстрату – підходить для швидкого попереднього нагріву або для обробки густих субстратів перед їх

подачею до ферментатора. Частіше застосовується на великих установках із високим потоком вхідного матеріалу.

Підігрів в зовнішніх теплообмінниках – оптимальний для великих установок із циркуляцією субстрату. Зовнішнє розташування спрощує обслуговування та модернізацію.

Ефективність кожного методу залежить від розміру ферментатора, типу субстрату та кліматичних умов. Вбудовані теплообмінники ідеальні для невеликих установок, тоді як зовнішні системи краще підходять для великих біогазових станцій із потужними насосами. Контактний нагрів найчастіше використовується для попередньої обробки густих субстратів.

Крім наведених методів та технічних засобів забезпечення температурного режиму в біогазових установках, також отримали розповсюдження методи з використанням [4,5]: сонячних колекторів, когенераційних установок, геотермальної енергії, теплових буферів, матеріалів з фазовими змінами (PCM), автоматизовані системи контролю, біоконтроль температури, IoT-системи (Інтернет речей) тощо (таблиця 1).

Комбінація методів, таких як використання зовнішніх теплообмінників у поєднанні з теплоізоляцією метантенків, дозволяє досягти найкращих результатів. Інтеграція сучасних автоматизованих систем контролю температури та використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні колектори чи когенераційні установки, є перспективним напрямом розвитку галузі. Розробка нових систем із високим ступенем автоматизації, а також адаптація відновлюваних джерел енергії дозволяють підвищити ефективність біогазових установок, знизити експлуатаційні витрати та зробити виробництво більш екологічним.

Таблиця 1

Сучасні методи забезпечення температурного режиму в біогазових установках

Метод	Опис	Переваги	Недоліки	Особливості застосування
Сонячні колектори	використання сонячної енергії для нагрівання теплоносія	- відновлюване джерело енергії; - зниження витрат на опалення.	- залежність від погодних умов; - необхідність додаткових систем зберігання тепла	ефективні у регіонах із високою інсоляцією

Метод	Опис	Переваги	Недоліки	Особливості застосування
Когенераційні установки	використання тепла, що утворюється під час генерації електроенергії, для підігріву	-висока енергоефективність; -зменшення енергетичних витрат.	- висока вартість впровадження - необхідність стабільного потоку біогазу	Рекомендується для великих установок із постійним навантаженням
Геотермальна енергія	використання тепла землі через геотермальні теплові насоси	-стабільне джерело тепла. - екологічність.	- високі витрати на встановлення. - обмеженість залежно від геологічних умов.	доцільно застосовувати у регіонах із доступом до геотермальних ресурсів
Теплові буфери	використання резервуарів для накопичення та зберігання тепла	- забезпечення стабільності температури; -зниження пікових навантажень на систему	- вимагають додаткового простору; - обмеженість ефективності без якісної ізоляції.	оптимальні для установок із нерівномірним навантаженням
Матеріали з фазовими змінами (PCM)	використання матеріалів, що акумулюють тепло під час зміни агрегатного стану	-висока теплоємність; - компактність	- висока вартість; - складність у виборі відповідного матеріалу.	доцільно для зменшення втрат тепла та стабілізації температури
Автоматизовані системи контролю	Системи, що моніторять та регулюють температуру в режимі	-точність контролю; -зниження витрат енергії через	- висока вартість встановлення. - потреба в	рекомендується для сучасних великих біогазових

Метод	Опис	Переваги	Недоліки	Особливості застосування
	реального часу	оптимізацію процесів	технічному обслуговуванні	установок
Біоконт-роль температури	використання спеціально підібраних штамів мікроорганізмів для оптимізації теплових процесів	-природний метод; -зниження потреби у зовнішньому підігріві	- труднощі у підтриманні оптимальної концентрації мікроорганіз-мів	потребує точного підбору культур мікроорганіз-мів
IoT-системи (Інтернет речей)	використання датчиків і цифрових платформ для моніторингу та управління температурою дистанційно	- висока ефективність моніторингу; - простота у використанні.	-високі початкові інвестиції; -залежність від доступу до Інтернету.	доцільно для інтеграції в інтелектуальні енергетичні системи

Список використаних джерел

1. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Формування витрат енергоносіїв на виробництво тваринницької продукції. *Науковий вісник ТДАТУ.* 2021. Вип. 11, том 1.

2. Комар А. С. Удосконалення конструкції біогазової установки з рекуперацією теплоти зброджeної біомаси. *Праці ТДАТУ.* 2024. Вип. 24, т. 3. С.62–71. https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-3-5.

3. Скляр Р.В., Акулов В.Д. Щодо питання енергозбереження в біогазових установках. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві:* XI Міжнародна науково-технічна конференція. Глеваха-Київ. 2023. С. 181–183.

4. Акулов В. Д. Шляхи підвищення енергетичної ефективності біогазової установки. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 2. С. 27-36. https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-2-3.

5. Болтянський Б.В. Аспекти вдосконалення технології виробництва біогазу. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 1. С. 89–100. https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-6.

УДК 631

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ХАРЧОВИХ ВІДХОДІВ В МЕЖАХ РЕАЛІЗАЦІЇ УГОДИ "EGD"

Проскурін Я.С., 21 ГМ групи,
Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Проблема харчових відходів набуває все більшої актуальності у світі, оскільки призводить до значних економічних, екологічних та соціальних наслідків. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), щорічно близько третини всіх вироблених продуктів харчування втрачається або викидається, що еквівалентно 1,3 млрд. тонн їжі. Ця проблема особливо гостра в розвинених країнах, де споживачі викидають велику кількість їжі через надмірне споживання, відсутність належних умов зберігання та розповсюдження, а також застарілі практики управління відходами.

Основні матеріали дослідження Угода "EGD" (EU Green Deal - Європейський зелений курс) - це амбітна програма Європейського Союзу, яка спрямована на досягнення нейтральності до навколишнього середовища до 2050 року. Зниження харчових відходів є одним із ключових елементів "EGD", оскільки це має вирішальне значення для зменшення використання природних ресурсів, зниження виділень парникових газів і зменшення забруднення навколишнього середовища.

Шляхи зниження харчових відходів в рамках "EGD":

Зменшення втрат у ланцюгу постачання. Вдосконалення технологій зберігання і транспортування. Застосування сучасних технологій зберігання і транспортування харчових продуктів дозволить знизити втрати на всіх етапах ланцюга постачання. Наприклад, використання модифікованої атмосфери для зберігання фруктів і овочів може продовжити їхній термін зберігання.

Рівень переробки ТПВ в Україні становить лише 7–8%, тоді як у країнах Європейського союзу (ЄС) переробляється до 60%1 ТПВ. Таким чином, в Україні понад 90% ТПВ прямує на полігони та несанкціоновані звалища. Зараз в Україні є лише один сміттєспалювальний завод, який знаходиться у м. Києві - завод «Енергія». Станом на 07.09.2019 року Міністерства розвитку громад та територій України функціонують 38 пунктів сміттєсортувальних, сміттєпереробних та сміттєспалювальних станцій (заводи, комплекси).

Розширення інфраструктури для переробки харчових відходів дозволить перетворити їх на компост або біогаз, що може

використовуватися як добриво або джерело енергії.

Скорочення "некрасивих" продуктів, впровадження механізмів скорочення "некрасивих" продуктів, які зазвичай викидаються через нестандартний зовнішній вигляд, наприклад, створення спеціальних програм продажу таких продуктів за зниженою ціною.

Підвищення свідомості виробників та постачальників. Важливо підвищити свідомість виробників і постачальників щодо зменшення харчових обсягів відходів, а також забезпечити їх доступом до ресурсів і знань про сучасні технології зберігання і транспортування.

Зменшення викидів харчових відходів на рівні споживачів. Підвищення свідомості споживачів, проведення роз'яснювальних кампаній, заохочення до раціонального споживання і закупівлі тільки того, що необхідно. Важливо розповісти споживачам про наслідки викидів харчових відходів для навколишнього середовища та економіки.

Впровадження етикетки "Україна" для харчових продуктів. Це допоможе споживачам розуміти, звідки походять їхні продукти, і бути свідомими щодо їх екологічного сліду.

Заохочення "домашнього компостування". Застосування методів "домашнього компостування" дозволить перетворювати органічні відходи на добриво.

Збільшення доступу до "харчових банків". Розширення мережі "харчових банків", які збирають надлишки продуктів і розподіляють їх серед незабезпечених людей.

Використання додатків для планування харчування. Мобільні додатки можуть допомагати споживачам планувати харчування, скорочувати кількість продуктів, які не використовуються, і знижувати витрати.

Підтримка інновацій і розвитку нових технологій. Розробка нових технологій зберігання і переробки. Залучення дослідників і розробників до створення нових технологій зберігання і переробки харчових відходів. Інвестування в біоенергетику. Підтримка проектів, що зосереджені на використанні харчових відходів як джерела біоенергії.

Створення стартапів в галузі управління відходами. Заохочення до створення і підтримки стартапів, що розробляють інноваційні рішення для зменшення харчових відходів.

Висновки. Зниження харчових відходів є важливим кроком у напрямку досягнення цілей "EGD". Застосування Комплексного підходу з залученням усіх учасників ланцюга постачання - виробників, постачальників і споживачів - дозволить знизити кількість харчових відходів і зробити значний внесок в охорону навколишнього середовища, економічний розвиток і соціальну справедливість.

УДК 621.316

ОПТИМАЛЬНЕ РОЗТАШУВАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ: БАЛАНС МІЖ ЕФЕКТИВНІСТЮ ТА ЕКОНОМІЧНОЮ ДОЦІЛЬНІСТЮ

Миронець С.Д.
ВСП «Мелітопольський фаховий коледж Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного», м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Основним завданням при створенні сонячної електростанції є забезпечення можливої максимальної ефективності її роботи, з метою отримання максимального прибутку. Ефективність роботи сонячних електростанцій значною мірою залежить від орієнтації та кута нахилу панелей. Оскільки сонце рухається по небу протягом дня та року, оптимальний кут нахилу панелей не є сталим і змінюється залежно від пори року та географічного розташування такої електростанції. Саме тому актуальним завданням є розробка стратегій регулювання орієнтації і кута нахилу панелей для досягнення максимальної генерації електроенергії протягом року.

Основні матеріали дослідження. Останні десять років в Україні спостерігався значний ріст кількості встановлених сонячних електростанцій. Цьому сприяли державні програми підтримки «зеленого» тарифу та зростання свідомості про важливість відновлюваних джерел енергії. Важливим фактором є досягнення максимальної віддачі від сонячної електростанції та забезпечення її довготривалої роботи.

При вирішенні питання оптимізації роботи сонячних панелей важливо враховувати такі фактори:

- географічна широта – визначає загальний кут падіння сонячних променів на поверхню Землі протягом року;
- пора року – сонячна радіація змінюється протягом року через зміну кута нахилу земної осі;
- час доби – сонячна активність змінюється протягом дня, досягаючи максимуму опівдні;
- метеорологічні умови – хмарність, опади та забруднення атмосфери впливають на кількість сонячної радіації, що дос. панелей;
- тип сонячних панелей – рівень ефективності та конструктивні особливості панелей впливають на їхню роботу в різних умовах.

Оптимізація положення сонячних панелей у вертикальній і горизонтальній площині є ключовим фактором для підвищення ефективності сонячних електростанцій. Існує кілька методів регулювання положення сонячних панелей, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Розглянемо детальніше найпоширеніші з них:

1) Статичне встановлення під кутом, рівним географічній широті.

Переваги: простота конструкції; найдешевший метод.

Недоліки: не враховує сезонних змін, що призводить до втрати частини енергії; оптимальний лише для середніх широт.

2) Сезонне регулювання кута вручну.

Переваги: дозволяє врахувати сезонні зміни.

Недоліки: вимагає періодичного ручного втручання, що є незручним та може призвести до помилок.

3) Одноосьове відстеження сонця, провертання панелей навколо вертикальної осі протягом світлової частини доби.

Переваги: панелі постійно повернуті до сонця в площині північ-південь, що значно підвищує ефективність їх використання і дозволяє отримати максимальну потужність генерації.

Недоліки: не враховує змін висоти сонця протягом дня; більш складна та дорога конструкція системи.

4) Двохосьове відстеження сонця, провертання панелей навколо вертикальної і горизонтальної осі протягом світлової частини доби.

Переваги: панелі постійно перпендикулярні до сонячних променів, забезпечуючи максимальну ефективність.

Недоліки: така конструкція системи найбільш складна та дорога; вимагає точних датчиків та механізмів регулювання.

На відміну від найпростішої найдешевшої статичної системи вартість встановлення та експлуатації інших систем з елементами регулювання є значною. Тому оцінка економічної ефективності їх використання є важливим аспектом при прийнятті рішення про додаткове інвестування в елемент регулювання для системи сонячної енергетики.

При застосуванні елементів регулювання слід враховувати деякі фактори, що впливають на економічну ефективність:

- географічне розташування (впливає на кількість сонячної радіації та тривалість світлового дня);
- кліматичні умови (впливають на зниження сонячної радіації; фактори – хмарність, опади та інші).
- вартість обладнання та монтажу елементів регулювання (значно відрізняються залежно від виробника, моделі та потужності системи);
- вартість електроенергії (чим вища ціна на електроенергію, тим швидше окупляться інвестиції);
- наявність державних програм підтримки сонячної енергетики.

Термін окупності застосування елементів регулювання буде визначатися часом, за який дохід від додатково виробленої електроенергії покриє витрати на їх встановлення та експлуатацію.

Порівняльний аналіз різних варіантів регулювання є обов’язковим етапом перед прийняттям рішення про застосування елементів регулювання, оскільки дозволяє об'єктивно оцінити потенційні ризики та уникнути непередбачених наслідків.

При вирішенні питання економічної доцільності застосування елементів регулювання необхідно звернути увагу на переваги і недоліки їх застосування.

До переваг можна віднести наступне:

- збільшення виробництва електроенергії (за даними досліджень, використання елементів регулювання може збільшити виробництво електроенергії на 20-40% порівняно зі статичними системами);
- зростання ефективності використання сонячних панелей (окупність у найкоротший термін).

До недоліків можна віднести наступне:

- вища вартість встановлення та експлуатації системи з елементами регулювання (у порівнянні із статичними системами).
- системи з елементами регулювання більш складні у монтажі та обслуговуванні;
- механічні частини систем з елементами регулювання можуть виходити з ладу.

Використання систем регулювання положення сонячних панелей може бути економічно вигідним за певних умов. Для прийняття обґрунтованого рішення необхідно провести детальний аналіз конкретного проекту з урахуванням усіх вищезазначених факторів.

Висновки. Оптимізація роботи сонячних панелей є ключовим фактором для досягнення максимальної віддачі від інвестицій у сонячну енергетику. Вибір оптимального кута нахилу та орієнтації панелей, а також використання сучасних систем відстеження сонця дозволяють суттєво збільшити виробництво електроенергії та зменшити термін окупності проекту. Однак, для кожного конкретного випадку необхідний індивідуальний підхід, який враховує географічне розташування, кліматичні умови та інші фактори.

Список використаних джерел

1 Орієнтація та кут нахилу сонячних колекторів. URL: https://solarsoul.net/uk/oriyentaciya-ta-kut-naxilu-sonyachnix-kolektoriv

2 Юрченко Є.Л. Вибір оптимальних параметрів орієнтації сонячних панелей / Є.Л. Юрченко, О.О. Коваль, В.В. Тимофєєв, Р.О. Однобурцев Український журнал будівництва та архітектури, № 4 (022), 2024, С. 155–160 URL: http://srd.pgasa.dp.ua:8080/bitstream/123456789/13852/1/YURCHENKO.pdf

3 Головань М. М. Система автоматичного позиціонування сонячних панелей / М. М. Головань, Н. В. Здолбіцька // Інформаційні технології і автоматизація – 2020: зб. доп. XIII Міжнар. наук.-практ. конф., Одеса, 22–23 жовт. 2020 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій, Інститут комп'ютерних систем і технологій «Індустрія 4.0» ім. П. М. Платонова. – Одеса, 2020. – С. 284–286 URL: https://card-file.ontu.edu.ua/server/ api/core/bitstreams/185425c7-ffd4-4d80-b752-e30f9fb80fbd/content

УДК 678.4:539.3

ЕКОЛОГО-ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА СКЛАДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМ

Толстенко О.В., к.т.н., доц.
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро.

Аналіз останніх моделей довговічності елементів віброзахисту складних технічних с.-г. систем на базі багатокритеріального підходу представлені в роботах [1-3].

Актуальність і важливість результатів дослідження обумовлені необхідністю створення методів оцінки безпеки с.-г. машин, споруд і обслуговуючого персоналу. Ряд питань, пов'язаних з вібробезпекою промислових об'єктів, зараз вже вирішено. Є позитивний досвід по віброізоляції машин і будівель шляхом застосування металевих, гумовометалевих, гідравлічних і комбінованих елементів [1]. Недостатньо розробленою залишається проблема віброзахисту важких об'єктів. Аналіз конструктивних особливостей машин і споруд, показує, що найбільш перспективне застосування віброізоляторов на основі гумових конструкцій. Відсутність методів оцінки параметрів віброізоляторов і складність конструкції ізолюючих опор стримують їх широке застосування [3].

Мета дослідження: підвищення безпечного функціонування складних технічних с.-г. систем шляхом створення математичних моделей. Об’єкт дослідження – віброізолюючі елементи складних технічних сільськогосподарських систем. Методи дослідження – теоретичний пошук.

Складні технічні сільськогосподарські системи є джерелом підвищеного ризику аварій, шкідливого впливу вібрації і шуму на обслуговуючий персонал. Для підвищення безпеки таких систем є введення в схему машини в’язкопружніх елементів. Такі елементи виготовляються з різних типів гум. Особливість гуми як конструкційного матеріалу – зміна структури матеріалу з часом. Необхідність створення систем віброзахисту з тривалим терміном служби і високим ступенем безпеки вимагають врахування в математичних моделях прогнозування довговічності ефекту зміни структури гуми з часом.

Сучасні складні технічні сільськогосподарські системи мають ряд специфічних технологічних особливостей. Причини виходу з ладу систем віброізоляції:

1. Велика вага машин.
2. Значні деформації.
3. Руйнування гумового масиву або порушення міцності стику гума-метал.

4. Старіння гуми.

На основі вказаних причин визначаються критерії працездатності віброізоляції складних технічних с.-г. систем, що забезпечують ефективність віброзахисту і довговічність об'єкта.

Критерій вібробезпеки пов'язаний з надійністю систем віброзахисту, зокрема з терміном експлуатації системи, несучою здатністю і міцністю гумових елементів, їх довговічністю. Ефективність віброзахисту визначають за допомогою методів теорії коливань. Необхідною і достатньою умовою є запобігання резонансних явищ, які обумовлюють аварійні ситуації, руйнування машин і споруд. Критерій вібробезпеки, дозволяє визначити частоту власних коливань (коефіцієнт жорсткості), несучу здатність, а також параметри матеріалу.

Критерій стійкості гумової деталі, пов'язаний з модулем зсуву G: віброізолятор втрачає стійкість при виході параметра G за межі допустимих значень.

Критерій руйнування. При використанні критерію є припущення про те, що вся енергія в матеріалі, витрачається на процеси руйнування.

Прогнозування довговічності віброізолятора, передбачає рішення наступних завдань:

- визначення напружено-деформованого стану віброізолятора;
- врахування в’язкопружних ефектів в гумі;
- визначення критеріев працездатності (основним є критерій руйнування).

Висновки. Створення систем технологічної безпеки складних технічних сільськогосподарських систем потрібно для захисту від вібраційних навантажень, які становлять підвищену еколого-техногенну небезпеку.

Список використаних джерел

1. Дирда В.І. Землеробська механіка. А.С. Кобець, В.І. Дирда, С.М. Гребенюк, С.П. Сокол, А.М. Пугач. Дніпро: «Журфонд», 2020. 564 с.

2. Толстенко О.В. Створення науково-технічної основи технологічної безпеки складних технічних сільськогосподарських систем з урахуванням ризиків техногенного характеру / Теоретичні та практичні питання аграрної науки. Колективна монографія. Дніпро: ДДАЕУ, 2023. С. 318–338.

3. Dyrda V.I. Dynamics of heavy vibrating machines taking into account instability in time of their parameters. V.I. Dyrda, M.I. Lysytsia, V.A. Lapin, H.M. Ahaltsov, Y.V. Kalhankov, O.V. Tolstenko, O.A. Chernii // NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. 2020. v.6. P. 68–74.

УДК 621.313.333.004.58

ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ У ТЕПЛОТУ ЗА ДОПОМОГОЮ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ЙОГО ДИНАМІЧНОМУ ГАЛЬМУВАННІ

Вовк О.Ю., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. На сьогодні існує проблема збереження ресурсів, які витрачаються для отримання теплової енергії у традиційних енергетичних установках. Одним з шляхів її подолання є широке застосування нетрадиційних енергетичних установок, які перетворюють енергію сонця та вітру у електричну енергію і теплоту. Одним з напрямків такого застосування є створення і впровадження вітротеплогенераторів, які перетворюють енергію вітру у теплоту. Один з типів вітротеплогенераторів, що існують на сьогодні, дозволяє перетворювати енергію вітру в теплову енергію гідравлічним шляхом, використовуючи явище тертя. Такі вітротеплогенератори додатково обладнуються мультиплікатором, акумулятором теплоти та деякими іншими приладами, що призводить до збільшення габаритів і вартості такої установки. Другий тип вітротеплогненераторів дозволяє перетворювати енергію вітру у теплоту електромагнітним шляхом, але його коефіцієнт використання залишається невеликим [1, 2]. Тому запропоновано перетворювати енергію вітру в теплову енергію електромагнітним шляхом, використовуючи явище теплової дії струму, а у якості вітротеплогенератора використовувати асинхронний двигун з короткозамкненим ротором, що працює в режимі динамічного гальмування і має на валу вітроколесо.

Основні матеріали дослідження. У вказаних вище умовах обмотка статора асинхронного двигуна з'єднується відкритим трикутником і на її затискачі подається постійна напруга від стороннього джерела. Внаслідок цього в обмотці статора електродвигуна з'являється постійний магнітний потік збудження. Через те, що вал двигуна обертається вітром, вказаний магнітний потік індуцирує в обмотці ротора змінну е.р.с., під дією якої у ній протікає електричний струм. За такої роботи вся енергія, що виділяється в асинхронному двигуні, перетворюється в теплоту. Для такого перетворення енергії вітру у теплоту на підставі [3 – 7] отримано рівняння гріючих втрат:

$$DP_{e1} = 3 \times r_1 \times I^2; \qquad (1)$$

$$\Delta P_{e2} = \frac{3 \cdot (k_e \cdot k_{об} \cdot I)^2 \cdot x_m^2 \cdot w^2}{r_2' \cdot (w_0^2 + w^2)}; \quad (2)$$

$$\Delta P_{мх} = (0{,}1 - 0{,}01p) \cdot \left(\frac{P_н}{\eta_н} - P_н \right) \cdot \left(\frac{w}{w_0} \right)^2; \quad (3)$$

$$\Delta P_д = 0{,}01 \cdot (\Delta P_{e1} + \Delta P_{e2} + \Delta P_{мх}); \quad (4)$$

$$\Delta P = \Delta P_{e1} + \Delta P_{e2} + \Delta P_{мх} + \Delta P_д, \quad (5)$$

де ΔP_{e1}, ΔP_{e2}, $\Delta P_{мх}$, $\Delta P_д$ – втрати потужності відповідно в обмотці статора, в обмотці ротора, механічні і додаткові, *Вт*; ΔP – сумарні втрати потужності, *Вт*; k_e – коефіцієнт приведення постійного струму до змінного; $k_{об}$ – обмотковий коефіцієнт обмотки статора; I – струм в обмотці статора, *А*; r_1 – активний опір фази обмотки статора, *Ом*; x_m – індуктивний опір взаємної індукції, *Ом*; r'_2 – активний опір обмотки ротора, приведений до обмотки статора, *Ом*; w, w_0 – відповідно поточна і синхронна кутові швидкості асинхронного двигуна, *рад/с*; p – кількість пар полюсів асинхронного двигуна; $P_н$ – номінальна потужність асинхронного двигуна, *Вт*; $\eta_н$ – номінальний коефіцієнт корисної дії асинхронного двигуна.

Для дослідження кількості теплоти, яке виділяється при вказаній вище роботі асинхронного двигуна, було обрано електродвигуни 4А100S4У3, 4А112МА6У3 та 4А112МВ8У3, які згідно [8, 9] мають паспортні дані, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Паспортні дані асинхронних двигунів

Типорозмір	**$P_н$, кВт**	**$\eta_н$**	**$I_н$, А**	**p**	**w_0, рад/с**	**r_1, Ом**	**r'_2, Ом**	**x'_2, Ом**	**x_m, Ом**	**$k_{об}$**	**k_e**
4А100S4У3	3,0	0,82	6,7	2	157	1,9	1,75	4,28	42,47	0,958	0,94
4А112МА6У3	3,0	0,81	7,4	3	104,7	2,07	1,88	2,98	56,61	0,958	0,94
4А112МВ8У3	3,0	0,795	7,7	4	78,5	1,87	2,36	4,84	45,56	0,958	0,94

При дослідженні розраховувались сумарні втрати потужності в електродвигунах у функції кутової швидкості обертання за умови їх збудження номінальним струмом. Результати розрахунків представлені на рис.1.

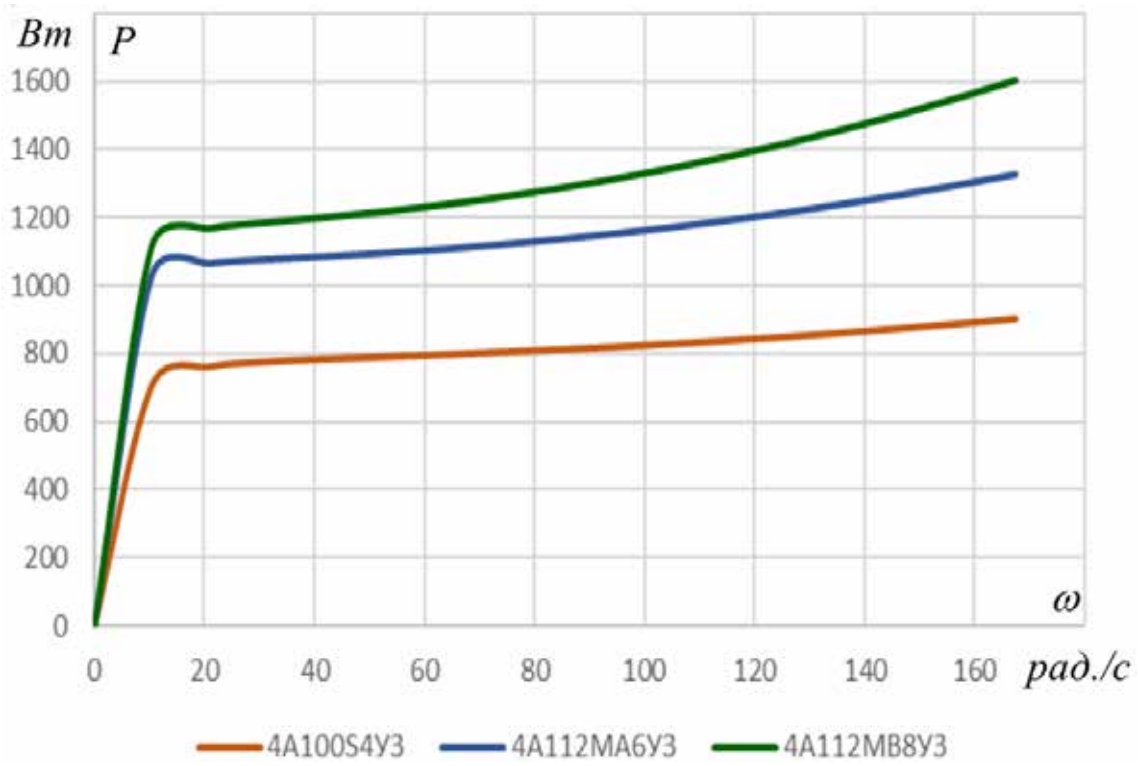


Рис. 1. Сумарні втрати потужності в асинхронних двигунах при перетворенні енергії вітру у теплоту у режимі динамічного гальмування

Аналіз залежностей $P = f(w, p)$, наведених на рис.1, показує:

1) кількість активної потужності, яка виділяється у вигляді втрат в асинхронному двигуні вітротеплогенератора, що працює в режимі динамічного гальмування, зростає при збільшенні кількості пар полюсів електродвигуна;

2) кількість активної потужності, яка виділяється у вигляді втрат в асинхронному двигуні вітротеплогенератора, що працює в режимі динамічного гальмування, майже не змінюється у робочому діапазоні швидкостей обертання його валу;

3) при перетворенні механічної енергії асинхронного двигуна вітротеплогенератора у теплоту в режимі динамічного гальмування його номінальна потужність використовується приблизно на 40 – 50 %.

Висновки. Таким чином, результати дослідження вказують на можливість використання асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором для перетворення енергії вітру у теплоту при його роботі в режимі динамічного гальмування; при цьому коефіцієнт використання потужності електродвигуна дорівнює 0,4 – 0,5.

Список використаних джерел

1. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В.

Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. 984 с.

2. Овчаров В.В., Вовк О.Ю. Дослідження електродвигуна – нагрівача рідини. Праці ТДАТУ. 2012. Вип.12, Т.2. С. 117–123.

3. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Яковлєв В.Ф. Аналітичне порівняння методів визначення усталеного перевищення температури обмоток статора асинхронного електродвигуна. Вісник СНАУ. 2011. №8(23). С.114–116.

4. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Дослідження втрат активної потужності в асинхронному електродвигуні. Науковий вісник ТДАТУ. 2017. Вип.7, Т.1. С. 126–134.

5. Вовк О. Ю. Сталий процес нагрівання асинхронного електродвигуна. Праці ТДАТА. 2002. Вип.5. С. 62–66.

6. Квітка С.О., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Математична модель теплового стану асинхронного електродвигуна у нестаціонарних режимах. Вісник ХНТУСГ. 2016. Вип.175. С. 140–142.

7. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. Розрахункове визначення втрат активної потужності в асинхронних електродвигунах за паспортними даними. Вісник ХНТУСГ. 2017. Вип.186. С.80–82.

8. Овчаров В.В., Вовк О.Ю. Загальна електротехніка: Навчальний посібник. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2018. 310 с.

9. Вовк О.Ю. Електротехніка: Навчальний посібник. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 203 с.

УДК 621.316.929

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕЧНОСТІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО РЕЖИМУ ПРИ ОБРИВІ ФАЗИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Попова І. О., к.т.н.,
Таврійська державна агротехнічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Виникнення несиметрії фазних напруг і розрив фазного проводу обмотки статора, зєднаної зіркою є однієї з основних причин виходу з ладу асинхронних двигунів, бо до специфічних умов експлуатації асинхронних двигунів в АПК варто віднести низьку якість електроенергії [1].

Несиметрія напруг мережі проявляється в різкому погіршенні техніко-економічних характеристик асинхронних двигунів, зниженні експлуатаційної надійності і скороченні терміна служби

електродвигунів [2].

Для підвищення експлуатаційної надійності асинхронних двигунів потокових ліній, що працюють у сільськогосподарському виробництві, доцільно, поряд із використанням комбінованих пристроїв для захисту групи двигунів, передбачати заходи щодо полегшення режимів роботи асинхронних двигунів при обриві фазного проводу на час завершення технологічного процесу, бо на ліквідацію наслідків раптового відключення одного з асинхронних двигунів технологічної лінії витрачається багато часу. [1, 2].

Аналіз останніх досліджень. Одним із засобів полегшення режиму роботи асинхронного двигуна при розриві одного фазного проводу є з'єднання нульових точок джерела живлення й обмотки статора двигуна, з'єднаної зіркою [2,3]. З погляду електробезпечності такого режиму роботи асинхронного двигуна: при розриві одного фазного проводу й об'єднанні нульових точок джерела живлення (нульової точки вторинної обмотки силового трансформатора 0,38 кВ) й обмотки статора асинхронного двигуна, , з'єднаної зіркою, в електричному колі виникає напруга зміщення нейтралі, а на корпусі аарійного асинхронного двигуна можливо поява небезпечного електричного потенціалу. Для визначення електробезпечності цього режиму роботи розрахуємо величину напруги зміщення нейтралі двигуна поточної лінії, працюючого при глибокій несиметрії напруг мережі (обриві одного фазного проводу) з об'єднаною нульовою точкою обмоток статора і джерела живлення

Основна частина. У роботі приведені результати дослідження величини напруги зміщення нейтралі асинхронного двигуна з найбільшою за потужністю з трьох приводних двигунів с цій технологічній лінії, потужністю 5,5 кВт технологічної лінії змішування кормів СКО-Ф-3 у випадку обриву його одного фазного проводу при об'єднанні нульових точок джерела й обмотки статора асинхронного двигуна, з'єднаної зіркою (рис.1).

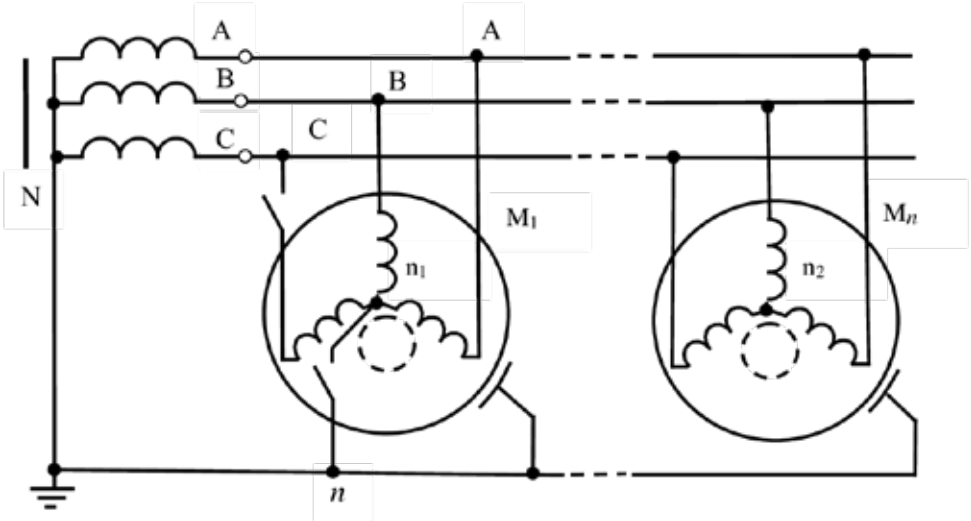


Рис. 1. Принципова схема електричного кола

Вихідні дані для розрахунку напруги зміщення нейтралі: асинхронний двигун 4А112М4У3, $cos\varphi_н$ = 0,85, $\eta_н$ = 0,855, r_1' = 1,036 Ом, r_2'' = 0,786 Ом, x_1' = 1,496 Ом, x_1'' = 2,49 Ом, x_μ = 53,0721 Ом, x_1 = 1,457 Ом, $I_н$ = 11,467 А.

Припустимо, що коефіцієнт завантаження електропривода робочої машин $к_з$ = 1, коефіцієнт, що характеризує механічну характеристику робочої машини, x = 1 і, у випадку розриву фазного проводу, ковзання аварійного асинхронного двигуна s = 1, тобто відбувається його "опрокидування", що відповідає моменту пуска на механійній характеристиці. Відповідно до методики [4], знайдено повні опори асинхронного двигуна прямої Z_1, зворотної Z_2 і нульової Z_0 послідовностей: Z_1 = 17,725 Ом, Z_2 = 4,85 Ом, Z_0 = 7,207 Ом.

Для досліджуваного режиму асинхронного двигуна комплекси струмів, відповідно, прямої, зворотної і нульової послідовностей

$$\underline{I}_1 = 11{,}8\, e^{-j36{,}7^\circ} = 8{,}965 - j\,6{,}69 \text{ А};\quad \underline{I}_2 = 6{,}635\, e^{j148{,}2^\circ} = -5{,}639 + j3{,}46 \text{ А};$$

$$\underline{I}_0 = -(\underline{I}_1 + \underline{I}_2) = -3{,}32 + j3{,}186 = 4{,}578 \times e^{j136{,}5^\circ} \text{ А}.$$

Оскільки струм у нейтральному проводі $\underline{I}_N = 3\underline{I}_0$, тоді діюче значення струму в нейтралі I_N = 13,734 А.

Напруга зміщення нейтралі електродвигуна (напруга між нейтралями трансформатора і двигуна) визначимо за формулою

$$U_N = I_N \times Z_N .$$

Прийнято, що нульовий провід, виконаний проводом А-16, має параметрами r_0 = 1,98 Ом/км, x_0 = 0,46 Ом/км, z_0 = 2,033 Ом/км і довжину 0,2 км. Тоді повний опір нульового проводу Z_N = 0,4066 Ом, а напруга зміщення нейтралі в нульовому проводіі $U_N = 5{,}49$ В.

Це значення напруги зміщення нейтралі електродвигуна значно менше 36 В – найбільшої припустимої напруги доторкання при аварійному режимі виробничих електроустановок напругою до 1000 В з глухо-заземленою нейтраллю при тривалості більше 1 с згідно з [5]. *Висновок.* При обриві одного фазного проводу обмотки статора асинхронного двигуна технологічної лінії на термін, необхідний для завершення технологічного процесу для полегшення роботи двигуна, зменшення витрати ресурсу ізоляції і поліпшення технічних показників, можливо з'єднання нульових точок джерела живлення і обмоток статора асинхронного двигуна, з'єднаних зіркою, без шкоди електробезпечності обслуговуючого персоналу.

Список використаних джерел

1. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Попова І.О., Діордієв В.Т. Збереження роботоздатності трифазного статичного навантаження за неповнофазного живлення. /Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання. Запоріжжя:

ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 1. С.136-150. doi: 10.32782/2078-0877-2024-24-1-10.

2. Попова І.О., Чаусов С.В. Дослідження схемного рішення пристрою для застосування в якості фільтра лінійних несиметричних напруг /Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол.ред д.т.н. В.М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 23, т.2. с.177-185. doi: 10.31388/2078-0877-2023-23-2-177-185.

3. Попова І.О., Квітка С.О., Вовк О.Ю. Дослідження несиметричного режиму на роботу динамічного індуктивного навантаження /Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання / ТДАТУ; гол.ред д.т.н. В.М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 23, т.1. с.179-187. doi: 10.31388/2078-0877-2023-23-1-179-187.

4. Попова І.О., Рощіна А.А. Дослідження опорів динамічного навантаження при несиметричному режимі роботи. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* /матеріали Всеукр. наук. інтернет-конф. (18 жовтня 2023 р., університет Григорія Сковороди у Переяславі): зб. наук. праць. Переяслав, 2023. Вип.91. С. 103-104.3.

5. ДСТУ ГОСТ 12.1.038.2008 Система стандартів безпечності праці. Електробезпека. Гранично допустимі рівні напруги дотику та струмів.

УДК 620.1.631

СПОСОБИ ВПРОВАДЖЕННЯ КУЛЬТУРИ СОРТУВАННЯ СМІТТЯ:ПРОБЛЕМИ ТА ПОЗИТИВНИЙ ДОСВІД РОЗВИНЕНИХ КРАЇН

Ковшар М.М., 21ГМ;
Самойчук К. О., д.т.н., проф;
Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. В яких умовах ми будемо жити завтра залежить від нашої поведінки сьогодні. Усвідомлене ставлення до сміття та його сортування задля збереження природи – перший крок на шляху до створення чистого довкілля. Однак перш ніж впроваджувати культуру сортування сміття, треба вирішити проблему виникнення відходів. На жаль, повністю відмовитися від утворення відходів у

нашому житті неможливо, але ми можемо мінімізувати їх появу або замінити деякі найбільш забруднюючі елементи на більш екологічні або ті, що підлягають повторній переробці. Тому одна з проблем, яку потрібно вирішити перед впровадженням культури сортування сміття, - це зменшення його утворення.

Основні матеріали дослідження Якщо подивитися на статистику утворення сміття 1-4 класів небезпеки в Україні, то ці цифри вражають, та нажаль ми маємо тенденцію на збільшення відходив. Так наприклад на 2020 рік усього утворено приблизно 500925,5 тис. т сміття. що вже вражає кількістю. 2021 р нам приніс цифру вже в 752922,6 тис. т, а 2022 р 800972,7 тис. т сміття. Як ми бачимо тенденція на зростання продовжується, і вже ми отримаємо, що на 2023 р кількість утворених відходів сягнула 822936,4 тис. т забруднювачів нашої країни та нашої планети [1]. Великий слід продовжує залишати повномасштабне вторгнення, від початку повномасштабної війни в Україні в наслідок руйнацій утворилося понад 670 тон відходів [2,3].

З цього ми маємо що кількість сміття яке ми викидаємо дуже велика, та ми повинні розуміти, що зменшивши викид невідсортованого твердого неорганічного сміття та переробку органічних відходів може сильно зменшити негативну складову цієї проблеми. Втім такого результату можливо досягти лише при правильному підході до проблеми та ретельному сортуванні всіх видів людських відходів в навколишнє середовище. Позитивний досвід країн які змогли подолати чи зменшити викид відходів може допомогти багатьма країнам в розвантаженні нашої планети від сміття яке засмічує нашу землю. Так, наприклад, Німеччина пропонує та надає можливість людям своїй країні сортувати та утилізувати неорганічне сміття. Ще на початку 80-х Німеччина стала першопрохідцем в розділенні сміття що дозволило поліпшити екологічну ситуацію країни. Ми маємо можливість виділити основні моменти в їх розумному підході до цієї проблеми, а саме: введення зобов'язання для виробників продукції використання тари яка або розкладається за незначний проміжок часу, або та яка повинна буди придатною до повторної переробки. Так виникає унікальна система сортування де контейнери для сміття набувають різних кольорів та призначенні для різних видів відходів. Наприклад у синій контейнер кладуть папір, у жовтий – різні види упаковки, у зелений – скло, а в коричневий – органічні відходи. Ще один чудовий важіль керування відходами стає система «застави», її суть в тому що при купівлі пляшки з напоєм, в її вартість входить фіксована ціна тари. Тобто людина використовує лише продукт який їй пропонує виробник, з можливістю повернути частину грошей за повернення тари, тим самим спонукаючи людину до повернення тари виробнику не засмічуючи навколишнє середовище [4]. Країна навчила людей сортувати сміття в різні контейнери що

дозволило Німеччині переробляти близько 66% сміття. Саме через такі впровадження країни ми маємо змогу спостерігати як Німеччина посідає лідируючі позиції у рейтингах по сортуванню та переробці сміття. За Німеччиною по рейтингу країн з найбільш ефективною переробкою сміття розташувалася Австралія де частка повернення відходів становить 58% Високі позиції також займають Словенія з Бельгією з ефективністю в 54%. Чудовий приклад нам демонструє Канада, де впроваджена система тарифів на вивіз сміття, так одна родина сплачує за рік приблизно 88 канадських доларів за послуги утилізації сміття. Також система штрафів встановлена в у Канаді запроваджено штрафи за несвоєчасний вивіз сміття кожного типу, та за хибний розподіл сміття різного типу по контейнерах. У випадках коли мешканець багатоповерхового будинку, який порушує правила, може втратити своє житло. Крім того, країна пропонує систему, в якій стару побутову техніку та меблі розподіляють по благодійним організаціям, але якщо таке неможливо зробити, то вже вивозяться на спеціальні ділянки [5]. Однак країна входить в десятку країн з найбільшою кількістю сміття яке припадає на одного жителя. Агентство 24/7 Wall Street склали список країн, з найбільшою кількістю сміття яке припадає на одну людину, де Канада займає 1 місце з кількістю 36т на людину, однак в 2017 р Канада переробила 20,8% відходів, що вносить вагомий внесок до наближення екологічного балансу між виробництвом та утилізацією [4] .

Висновки. Обговорюючи позитивний досвід розвинених країн, ми не можемо оминути проблему впровадження культури сортування сміття. Таким чином з основних проблем ми можемо виділити рівень обізнаності населення, ми повинні розуміти що питання екології стосуються кожного, бо життєве середовище у нас спільне. За результатами соціологічного дослідження «Всеукраїнський омнібус» понад 40% опитаних українців оцінюючи сусідів, сказали, що 50% або більше готові сортувати сміття. Серед проблем відзначаючи що кожен другий українець не сортує сміття через відсутність відповідних контейнерів. Але також треба розуміти що наявність різних видів ємності для сортування сміття не панацея, якщо все буде йти на одне звалище. Тому перш ніж впроваджувати систему сортування сміття треба зробити організації які це сортоване сміття будуть сортувати та переробляти. Якщо ці умови будуть дотримуватись, в подальшому залишиться лиши впроваджувати систему штрафів та організацій які повинні слідкувати за дотриманням правил поведінки з сортуванням та утилізації сміття. Таким чино, якщо підсумувати все вище сказане, та правильно розставивши пріоритети, поступово йти до цілі ми можемо досягти екологічності нашої планети.

Список використаних джерел

1. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка

продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250 с.

2. Ковальов, О., Самойчук, К., Червоткіна, О., (2023). Порівняння енергоефективності струминних гомогенізаторів молока з роздільною подачею вершків Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету, 13(2).

3. Ковальов О.О, Самойчук К.О., Необхідні умови забезпечення конкурентоздатності України на світових ринках продуктів харчування. Матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії» (3-4 листопада 2022 р). вид. ФОП Гордієнко Є.І., Черкаси, 2022 с. 143–146.

4. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

5. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: Вид. «ММД», 2020. 428 с.

УДК 631.171

ЩОДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТАНОГЕНЕЗУ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Скляр О. Г., к.т.н.,
Скляр Р. В., к.т.н.,
Болтянський Б. В., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Сучасні глобальні виклики, такі як зростання попиту на енергію, необхідність утилізації відходів і боротьба зі змінами клімату, стимулюють розвиток біогазових технологій. Утилізація органічних відходів із виробництвом біогазу дозволяє вирішувати одночасно екологічні, енергетичні та економічні завдання [1]. Біогазові установки є багатокомпонентними системами, що поєднують технічні, біологічні, хімічні та організаційні процеси, які вимагають оптимізації для досягнення максимальної ефективності.

Переробка гною з отриманням біогазу, добрив та інших супутніх продуктів вирішує проблеми захисту навколишнього середовища, підвищення родючості земель, отримання екологічно чистого виду енергії [2]. По даній проблемі проведені численні дослідження [2], особливо з питання визначення потенціалу виходу метану з різних сільськогосподарських відходів, за оцінкою і оптимізацією умов виробництва біогазу. Розроблені численні моделі, що враховують біологічні та фізико-хімічні основи анаеробного бродіння, а також кінетику росту метанотвірних мікроорганізмів. При оцінці загальної швидкості виробництва біогазу в анаеробних реакторах лімітуючою стадією виступає метаногенна стадія, незважаючи на те, що метанотвірні бактерії мають більш низьку швидкість росту, ніж кислототвірні бактерії [3]. Кінетичні параметри виробництва метану полегшують розуміння процесу метаногенезу і оптимізацію роботи біогазових установок.

1. Біологічні аспекти анаеробної ферментації [1]. Основою процесу є метаболічна активність мікроорганізмів, які в кілька етапів розщеплюють органічні речовини до метану та вуглекислого газу. Основні етапи ферментації: гідроліз – розщеплення складних органічних сполук на простіші (білків, жирів, вуглеводів); ацидогенез – утворення летких жирних кислот; ацетогенез – перетворення кислот на ацетат; метаногенез – синтез метану за участю метанутворюючих бактерій.

Проблеми: низька активність мікроорганізмів у разі відхилення температурного режиму; нестабільність процесу через нерівномірність складу сировини.

Рішення: використання консорціумів мікроорганізмів із підвищеною стійкістю до умов середовища; застосування коферментації (додавання інших органічних матеріалів для збалансування вуглецево-азотного співвідношення).

2. Технічні рішення для підвищення ефективності [2]:

2.1. Системи підігріву та ізоляції. Температурний режим є критично важливим для ефективності ферментації: мезофільний (30–40°C) або термофільний (50–60°C). Використання сучасних теплоізоляційних матеріалів для мінімізації тепловтрат. Інтеграція внутрішніх і зовнішніх теплообмінників для нагрівання субстрату. Застосування рекуперації тепла від когенераційних установок для обігріву ферментатора.

2.2. Системи очищення біогазу. Біогаз містить домішки (H_2S, CO_2, H_2O), які знижують його калорійність і можуть спричиняти корозію обладнання. Сучасні технології очищення: Мембранні системи для видалення CO_2. Адсорбційні установки з активованим вугіллям для поглинання H_2S. Вологовідділювачі для зниження вологості.

2.3. Системи перемішування. Перемішування субстрату забезпечує рівномірний розподіл мікроорганізмів і температури.

Використання гідравлічних або пневматичних систем перемішування. Автоматизація управління швидкістю та частотою перемішування.

3. Оптимізація енергетичних витрат [3]. Рекуперація енергії: використання теплової енергії, що виділяється під час ферментації, для нагрівання вхідного субстрату або обігріву приміщень. Когенерація: установки комбінованого виробництва тепла та електроенергії дозволяють досягти ККД до 85%. Зменшення втрат енергії: Використання низькопотенційних теплових насосів. Інтеграція сонячних колекторів для нагрівання субстрату.

4. Інноваційні підходи в управлінні [3]:

4.1. Автоматизація процесів. Сучасні біогазові установки оснащуються системами автоматичного моніторингу та регулювання параметрів (температура, pH, склад газу). Використання IoT-технологій (Інтернет речей) для віддаленого контролю.

4.2. Моделювання процесу. Застосування математичних моделей для прогнозування поведінки системи та оптимізації роботи ферментаторів.

Перспективи розвитку біогазових технологій в Україні [3,4]:

- сировинна база: використання побутових відходів, залишків харчової промисловості та енергетичних культур (міскантус, сорго);
- експорт біометану: розвиток інфраструктури для очищення біогазу до рівня біометану та його подальше транспортування через газові мережі ЄС;
- державна підтримка: впровадження грантових програм і пільг для стимулювання фермерів;
- енергетична незалежність: використання біогазу для виробництва електроенергії в умовах енергетичної кризи.

Аналіз існуючих установок вказує на наступні виклики [2,3]: висока енергоємність процесу підтримання температурного режиму, нерівномірність сировини, що вимагає її попередньої підготовки (подрібнення, змішування); необхідність модернізації технологічного обладнання для підвищення продуктивності.

Для підвищення ефективності біогазових установок можна запропонувати процесний підхід, заснований на принципах ISO 9001:2000. Це дозволить моделювати систему як взаємопов’язану сукупність елементів із чітко визначеними межами, вхідними та вихідними параметрами [1].

Створена карта процесів включає:

- основні процеси: подача сировини, ферментація, виділення та очищення біогазу.
- підтримуючі процеси: нагрівання субстрату, контроль якості, утилізація залишків.
- управлінські процеси: моніторинг, аналіз і коригування параметрів.

Так, підвищення ефективності біогазових установок можливе за

рахунок впровадження сучасних технічних і біологічних рішень, оптимізації енергетичних витрат і автоматизації процесів. Інтеграція інноваційних підходів, таких як когенерація, рекуперація енергії та коферментація, забезпечить стійкий розвиток біогазових технологій, зробить їх більш рентабельними та сприятиме зменшенню екологічного впливу.

Список використаних джерел

1. Болтянський Б.В. Аспекти вдосконалення технології виробництва біогазу. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 1. С. 89–100. https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-6.

2. Скляр О. Г., Комар А. С. Теоретичні аспекти моделювання машинної технології утилізації органічних відходів. *Праці ТДАТУ*. 2023. Вип. 23, т. 1. С. 104–114. https://doi.org/10.31388/2078-0877-2023-23-1-104-115 .

3. Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2023. Вип. 13, т. 2. https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-2-9.

4. Григоренко С. М. Удосконалення технології метаногенерації пташиного посліду. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі:* мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 94–99.

УДК 628.473: 628.424+628.427

ПРИРОДОСУМІСНА ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ В КРИЗОВИХ УМОВАХ

Сабо А.Г., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. В результаті воєнних дій відбувається як пряме є руйнування будинків та об’єктів ЖКГ, так і пошкодження ліній енергопостачання, що веде до порушення водопостачання. Особливо в районах міської багатоповерхової забудови, що веде до порушення роботи об’єктів ЖКГ, з яких найбільш небезпечною є порушення роботи каналізації та водоводу. Така ситуація загрожує порушенням медико-санітарних норм та через відсутність місць для безпечного збору органічних відходів може призвести до забруднення ґрунтів та водоймищ, створює загрозу розповсюдження інфекційних

захворювань, суттєво знижує якість життя населення. Саме тому автор поставив своїм завданням запропонувати шляхи для оперативного вирішення цієї проблеми з найнижчими витратами та найбільш коротким часом для здійснення запропонованих заходів в умовах зазначених критичних ситуацій.

Основні матеріали дослідження. В працях дослідників, як і в основних попередніх працях автора, присвячених проблемі збору та утилізації органічних продуктів життєдіяльності людини, основну увагу було акцентовано на питаннях використання природосумісної малобюджетної технології для компостування органічних відходів життєдіяльності людини (далі – скорочено відповідно застосовується скорочення ПСМБТК та ОВЖДЛ) в умовах пунктів тимчасового утримання внутрішньо переміщених осіб, сільських громад та мешканців будинків приватного сектора [1-6]. Оскільки нині найбільшу екологічну, соціальну та санітарну проблему становить ситуація у багатоповерхівках міської забудови через порушення нормальної роботи ЖКГ, тому автор звертає основну увагу можливостям застосування означеної технології в умовах багатоповерхової забудови міст та наводить основні моменти щодо організації та технології ПСМБТК ОВЖДЛ в таких умовах.

Можна виділити два основних варіанти для організації ПСМБТК в міських умовах:

А) біореактор для компостування ОВЖДЛ споруджується в межах прибудинкової території і є одночасно місцем збирання та компостування, куди мешканці будинку або вповноважені ними особи зносять ОВЖДЛ зі своїх квартир;

Б) біореактор для компостування ОВЖДЛ споруджується за межами міста або мікрорайону, а на самій території прибудинкової території встановлюються змінні ємності з притертою кришкою, що є лише місцем накопичення ОВЖДЛ. Ці накопичувальні ємності з ОВЖДЛ за допомогою транспортних засобів та вивозяться для компостування до біореактора ПСМБТК, функціонування якого забезпечують вповноважені юридичні особи чи фізичні особи-підприємці.

В свою чергу, можна виділити два основних варіанти збирання ОВЖДЛ самими мешканцями будинків у їх оселях:

З застосуванням покривних матеріалів (рекомендується автором);

1) Без застосування покривних матеріалів (застосовується при певному дефіциті покривного матеріалу).

2) У таблиці 1 наведено вимоги для наявності допоміжних матеріалів для всіх можливих поєднань зазначених вище варіантів.

Таблиця 1

Потреба в допоміжних матеріалах для варіантів застосування ПСМБТК ОВЖДЛ

Допоміжні матеріали	Варіант (див. текст вище)			
	А1	А2	Б1	Б2
Покривний матеріал на місці нагромадження/збирання	Треба	Треба	Не треба	Не треба
Покривний матеріал у помешканні	Треба	Не треба	Треба	Не треба
Вода для сполоскування на місці нагромадження/збирання	Треба	Треба	Бажано	Бажано
Вода для сполоскування у помешканні	Бажано	Треба	Треба	Треба
Змінні ємності на місці нагромадження/збирання	Не треба	Не треба	Треба	Треба

При визначенні розмірів і ємності біореактора треба знати, що на сім'ю з 4 осіб розрахунковий обсяг компосту, що виробляється в 1,2-1,4 кубічних метри на рік. Оскільки повний цикл збирання та компостування триває загалом 2 роки, то необхідно мати 2 однакових відділення та це окреме відділення (під дахом) для зберігання засипного органічного матеріалу [1-3, 6, 7]. Спорудження біореактору для ПСМБТК можна вести в залежності від його ємності з різноманітних матеріалів, в тому числі і таких, які вже були у використанні з урахуванням тих конструкцій, щор подані у попередніх роботах автора. Для спорудження великих реакторів можна використовувати також і конструкції з цегли, якщо це буде доцільним економічно.

У житлових приміщеннях громадян компостний туалет слід розмістити у відокремленому, зручному для цілорічного використання місці. При правильному використанні компостний туалет не створюватиме якогось неприємного запаху. Компостний туалети найкраще розміщувати там, звідки збірну ємність буде легше виносити до розташованого поза приміщенням компостного ящика чи збірної ємності [1, 2, 7]. Харчові відходи краще збирати в окремий контейнер і спорожняти його безпосередньо в біореактор або збірну ємність.

Матеріали, що використовуються для покриття компостного туалету, називають "покривними матеріалами". Ідеальним матеріалом є тирса, але можуть бути використані й інші матеріали, залежно від їхньої доступності в конкретному місці, зокрема зернове лушпиння (соняшнику, вівса, проса і т.п.), жом, кришений торф, перегнили листя і навіть подрібнений на шредері використаний папір. Для успішного

використання компостного туалету абсолютно необхідна наявність відповідного покривного матеріалу, яким місцева влада та/або органи самоврядування або самі мешканці повинні забезпечити кожне приміщення, де мешкають люди. Досвід автора показує, що на один рік на сім'ю з 4 осіб на 1 рік потрібно приблизно 9-10 стандартних мішків дрібної стружки або 7-9 мішків тирси, що за вагою становить приблизно 70-90 кг [2, 3, 7]. Основою для компостного туалету, що встановлюється в житло, може бути будь-яке відро відповідної ємності (виходячи з можливості його транспортування), при цьому найкращим вибором з точки зору ціни буде пластикова цеберка для компостного туалету, вже укомплектоване кришкою. Треба мати як мінімум 2 цеберки в кожній оселі.

Висновки. Застосування ПСМБТК ОВЖДЛ в поточних кризових умовах порушення нормальної роботи об'єктів ЖКГ через пошкодження ліній енергопостачання, що зокрема веде до порушення водопостачання, дає змогу екологічно обґрунтованого та необтяжливого з точки зору фінансування та організаційних вимог виходу з ситуації і може буди рекомендовано до застосування.

Список використаних джерел

1. Jenkins J.C. The Humanure Handbook: A Guide to Composting Human Manure. Grove City, PA, USA: Joseph Jenkins, Inc., 262 p.
2. Сабо А.Г. Природосумісна малобюджетна установка для утілізації органічних відходів людини в умовах післявоєнного відновлення України для підсобних господарств та сільських громад: особистий досвід та рекомендації. / Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. (23 червня 2023 р., Ун-т Григорія Сковороди у Переяславі) «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»: зб. наук. праць. Переяслав, 2023. Вип. 95. С.89-92.
3. Sabo A.G. Environmentally Compatible Low-Budget Technology of Organic Waste Disposal During Wartime and Under Problems of Housing and Community Management for Individuals and Local Communities. Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference. Rome, Italy. 2023. PP. 257-263.
4. Anders D., Rzasa M. The possibility of composting animal waste products //Environment protection engineering. 2007. Т. 33. № 2. С. 7.
5. Dobkowicz J. D., Petrov V. O., Piskunova A. V. Utilization of food waste in places of their formation as a way to reduce landfill //Practice Oriented Science: UAE-RUSSIA-INDIA. 2023. С. 185-189.
6. Shkvirko O. et al. Man-Made Wastes–Basis For Biological Reclamation //Proceedings of 9th International Youth Science Forum «Litteris et Artibus», Lviv, Ukraine: Lviv Polytechnic National University. 2019. С. 21-23.
7. Сабо А. Г. Застосування природосумісної малобюджетної

установки для утилізації органічних відходів людини у містах, в умовах кризового стану ЖКГ. / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку»: Зб. наук. праць. Переяслав, 2024. Вип. 97. С. 5-8.

УДК 621.313.333.004.58

ВПЛИВ СИМЕТРИЧНИХ ПРОВАЛІВ ЖИВЛЯЧОЇ НАПРУГИ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИВОДІВ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

Вовк О.Ю., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку промисловості для приводу насосних агрегатів використовують електроприводи з асинхронними двигунами [1]. Такі електродвигуни є конструктивно надійними і енергетично ефективними, але їх експлуатація в даний час пов'язана з деякими проблемами [2]. Однією з них є живлення асинхронних двигунів неякісної електроенергією. Суттєвий вплив на якість електроенергії здійснюють провали живлячої напруги [3, 4]. Найбільше вони виникають у віддалених від джерел електроенергії об'єктів, до яких, наприклад, відносяться насосні агрегати станцій підкачки у водопостачанні. Навіть незначні відхилення якості живлячої напруги призводять до негативних наслідків, пов'язаних зі старінням ізоляції і зниженням таких енергетичних показників роботи асинхронних двигунів як коефіцієнт корисної дії і коефіцієнт потужності [5, 6]. При відхиленні напруги в мережі від номінального значення активна потужність на валу асинхронного двигуна приводу насосного агрегату залишається практично постійною, а втрати активної потужності в ньому змінюються [7, 8]. Існуючі пристрої діагностування і захисту не в повній мірі дозволяють нівелювати прояви провалів напруги [9, 10], тому дуже часто це призводить до зміни енергоспоживання електродвигуна і, як наслідок, до зміни собівартості продукції.

Основні матеріали дослідження. З метою встановлення впливу симетричних провалів живлячої напруги на втрати потужності в асинхронних двигунах приводів насосних агрегатів був проаналізований процес електромеханічного перетворення енергії у електродвигуні на базі його механічної характеристики і механічної

характеристики насосу з урахуванням Г-подібної схеми заміщення двигуна. В результаті отримано рівняння ковзання асинхронного двигуна у функції коефіцієнтів зниження напруги і завантаження:

$$s = 1 + \frac{k_U^2}{k_з} \times \frac{\left(1 - s_н\right)^2}{2 \times s_н \times \left(1 - M_{0*}\right)} - \\ - \sqrt{1 + \frac{k_U^2 \left(1 - s_н\right)^2 \left(k_U^2 \times \left(1 - s_н\right)^2 + k_з s_н \left(1 - M_{0*}\right)\right)}{4 \times k_з^2 \times s_н^2 \times \left(1 - M_{0*}\right)^2}} - \frac{1 - M_{0*} \times s_н}{1 - M_{0*}}, \quad (1)$$

де s, $s_н$ – відповідно поточне і номінальне ковзання електродвигуна; k_U, $k_з$ – коефіцієнти відповідно зниження живлячої напруги і завантаження; M_{0*} – відношення моменту зрушення насосного агрегату до його номінального момент опору,

а також рівняння сумарних втрат потужності в електродвигуні у функції коефіцієнтів зниження напруги і завантаження та ковзання:

$$\Delta P = k_U^2 \times \left(\Delta P_{const.н} + \frac{\left(r_1 + \frac{r_2}{s_н} \right)^2 + \left(x_1 + x_2 \right)^2}{\left(r_1 + \frac{r_2}{s} \right)^2 + \left(x_1 + x_2 \right)^2} \times \Delta P_{var.н} \right), \quad (2)$$

де ΔP – сумарні втрати потужності в асинхронному двигуні, *Вт*; $\Delta P_{const.н}$, $\Delta P_{var.н}$ – відповідно постійні і змінні втрати активної потужності в електродвигуні при номінальній напрузі та номінальному завантаженні, *Вт*; r_1, r_2, x_1, x_2 – параметри Г-подібної схеми заміщення електродвигуна, *Ом*.

Дослідження сумарних втрат активної потужності численно проведено для асинхронного двигуна 4А100S2 при $k_з$ = 0…1 та k_U = 1,0; 0,9; 0,7. Результати цих розрахунків наведено на рис.1.

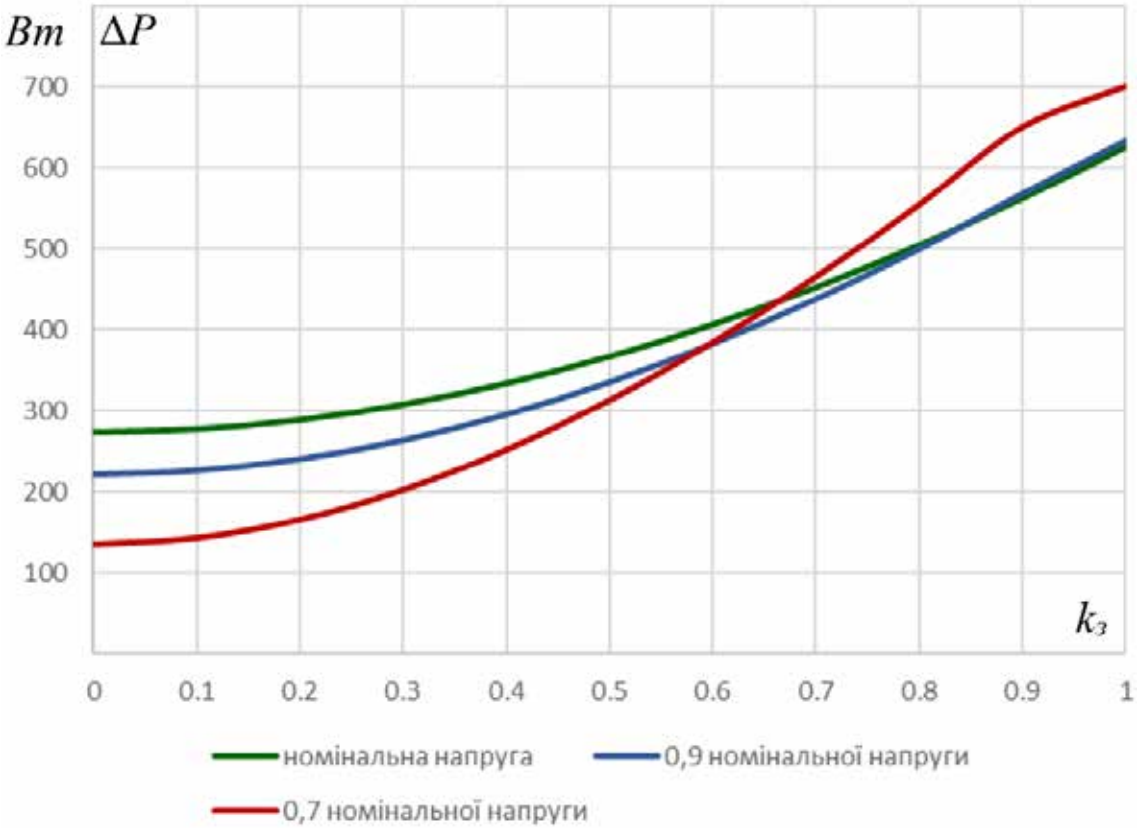


Рис. 1. Залежності втрат потужності в асинхронному двигуні у функції живлячої напруги і завантаження

Аналіз залежностей $\Delta P = f(k_U, k_з)$, наведених на рис.1, показує:

1) за провалу напруги до 90 % від номінального значення електродвигун буде споживати номінальну потужність при завантаженні на 85 %;

2) за провалу напруги до 70 % від номінального значення електродвигун буде споживати номінальну потужність при завантаженні на 65 %;

3) узагальнено можна сформулювати, що при провалі напруги на x % асинхронний двигун споживає номінальну потужність при завантаженні x – 5 %.

Висновки. Таким чином, результати дослідження показують: симетричні провали живлячої напруги на x % призводять до того, що асинхронний двигун приводу насосного агрегату споживає з мережі номінальну потужність при завантаженні x – 5 %.

Список використаних джерел

1. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Періодичний контроль функціонального стану асинхронних електродвигунів за енергетичними показниками. *Праці ТДАТУ*. 2020. Вип.20, Т.4. С. 115–125.

2. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Безменнікова Л.М. Обґрунтування

параметрів функціонального стану асинхронних електродвигунів. *Праці ТДАТУ*. 2008. Вип.8, Т.9. С. 129–137.

3. Квітка С.О., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Математична модель теплового стану асинхронного електродвигуна у нестаціонарних режимах. *Вісник ХНТУСГ*. 2016. Вип.175. С. 140–142.

4. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Теплова модель асинхронного електродвигуна в стаціонарних режимах. *Вісник ХНТУСГ*. 2015. Вип.164. С. 118–120.

5. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. Вплив відхилення напруги живлячої мережі на втрати активної потужності в асинхронному електродвигуні. *Вісник ХНТУСГ*. 2015. Вип.164. С. 121–123.

6. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Енергозберігаюче керування асинхронними електродвигунами прикладеною напругою. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2020. Вип.10, Т.2. DOI: 10.31388/2220-8674-2020-2-27

7. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Дослідження втрат активної потужності в асинхронному електродвигуні. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2017. Вип.7, Т.1. С. 126–134.

8. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. Розрахункове визначення втрат активної потужності в асинхронних електродвигунах за паспортними даними. *Вісник ХНТУСГ*. 2017. Вип.186. С. 80–82.

9. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи. *Вісник ХНТУСГ*. 2014. Вип.153. С. 85–87.

10. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Пристрій контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи. *Вісник ХНТУСГ*. 2017. Вип.186. С. 90–92.

УДК 620.91:620.92

ГРОЗОВА ЕНЕРГЕТИКА: ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ

Мандрика К. А., студент
Миронець С.Д.,
ВСП Мелітопольський фаховий коледж ТДАТУ, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Останні десятиріччя людство все більше звертає увагу на відновлювальні джерела енергії. Постійне удосконалення технічних засобів дозволяє зменшити фінансові витрати

на створення таких систем і відповідно здешевити вартість виробленої енергії. Дана тенденція спонукає розвитку підґрунтя для пошуку різних, ще не зовсім популярних, енергетичних ресурсів. Відносно не далеко той час коли людство ще не вживало так масово сонячну і вітрову енергію.

Грозова енергетика, незважаючи на значний потенціал, стикається з комплексом технічних, економічних та екологічних проблем. Непередбачуваність природного явища, високі капітальні витрати, необхідність швидкого зберігання енергії та відсутність стандартизованих технологій – це лише деякі з них. Для прориву в галузі грозової енергетики потрібна спільна співпраця фізиків, електротехніків, економістів та інших інженерів і вчених, а також значні інвестиції у дану галузь.

Основні матеріали дослідження. На сьогоднішній день наявні фактори світової енергетичної кризи, вони все більше сприяють необхідності переходу до відновлюваних джерел енергії, що робить питання дослідження грозової енергетики актуальним.

У відповідь на глобальні виклики, пов'язані з енергетикою, дедалі більше компаній та наукових установ приділяють увагу дослідженню та розробці технологій для використання енергії блискавок. Компанія Alternative Energy Holdings, наприклад, вже досягла значних успіхів у цій галузі. У 2007 році компанія представила перший прототип електростанції, розробленої для ефективного захоплення енергії блискавок та її подальшого перетворення на електроенергію. Швидкий розвиток технологій дозволяє розробникам стверджувати, що інвестиції в таку електростанцію будуть економічно виправданими протягом відносно короткого терміну – 4-7 років. На відміну від традиційних джерел енергії, грозові електростанції, за прогнозами розробників, зможуть виробляти електроенергію у багато разів дешевше, за ціною всього 0,005 доларів за кіловат-годину.

Для ефективного використання енергії блискавки необхідні ґрунтовні наукові дослідження. Тільки глибоке розуміння складної взаємодії фізичних процесів під час грози дозволить розробити ефективні технології для її уловлювання та перетворення.

Розряд блискавки виникає тоді, коли напруженість електричного поля перевищує критичне значення і долає ізоляцію, створювану повітрям. Він може виникнути не лише між хмарою та землею, а й усередині хмари або між різними хмарами. Блискавка моментально розігріває повітря до високих температур. У процесі розряду сила струму може сягати 200 кА. Це означає, що через канал блискавки протікає величезна кількість електричного заряду за короткий проміжок часу.

Напруга в каналі блискавки може досягати сотень мільйонів вольт. Це одна з найвищих напруг, які спостерігаються в природі. Напруга блискавки може змінюватися в широких межах і залежить від

багатьох факторів, таких як довжина каналу, сила грози та інші атмосферні умови.

Хоча концепція отримання електроенергії з блискавок здається досить фантастичною, існують вже реальні спроби втілити її в життя. Однак, наразі жодна технологія не досягла промислового рівня ефективності та надійності. Розглянемо деякі з існуючих підходів.

Більшість прототипів грозових електростанцій базуються на наступних принципах:

- виявлення блискавки – спеціальні датчики виявляють наближення грозового фронту та моменту удару блискавки;
- захоплення енергії – за допомогою високих веж або повітряних зміїв намагаються перехопити електричний розряд блискавки;
- перетворення енергії – захоплена енергія перетворюється в більш стабільну форму, наприклад, в постійний струм;
- зберігання енергії – отримана енергія може зберігатися в акумуляторах або суперконденсаторах для подальшого використання.

Відомі використовувані технології:

- високовольтні вежі – це найпоширеніший тип конструкцій. Високі вежі з металевими наконечниками встановлюються в місцях з високою грозовою активністю. При ударі блискавки, електричний заряд прямує по вежі до заземлення, проходячи через генератор, який виробляє електроенергію;
- повітряні змії – деякі проекти використовують повітряних зміїв з металевими тросами, які піднімаються в грозові хмари. Коли блискавка вдаряє в змія, електричний заряд передається по тросу на землю і до генератора;
- лазери – існує експериментальна технологія, яка передбачає використання лазерів для ініціювання блискавки в бажаному місці. Це дозволяє точніше контролювати процес і підвищити ефективність захоплення енергії.

Окрім зазначених позитивних аспектів застосування таких електростанцій (приваблива вартість електроенергії) є і цілий ряд негативних факторів, що значно знижують привабливість таких проектів енергетики. До них можна віднести:

- блискавки мають випадковий характер і неможливо точно передбачити, коли і куди вдарить наступна;
- розряд блискавки короткочасний (тривалість окремого розряду блискавки зазвичай становить лише кілька мілісекунд, деколи блискавка складається з кількох послідовних розрядів, які можуть тривати кілька десятків мілісекунд);
- грозову енергію, як і сонячну та вітрову, неможливо зберігати;
- виникнення у момент розряду значної напруги в системах грозової електростанції несе у собі небезпеку не лише для людини, а і для обладнання;
- у наслідок того, що потужність при розряді буде змінюватись,

сила струму від розряду блискавки теж буде змінюватись від 5 до 200 кА, це створює проблему з розподілом та трансформуванням;

- не дивлячись на привабливість низької собівартості електричної енергії, отриманої у такий спосіб, капітальні витрати на створення грозової електростанцій дуже великі.

Багато у чому доцільність досліджень у галузі грозової енергетики буде визначатися грозовою активністю окремого регіону. Вона може значно відрізнятися у різних регіонах України.

Але грози є поширеним атмосферним явищем в Україні, особливо в теплу пору року. Їх частота та інтенсивність варіюють залежно від регіону, пори року та синоптичних умов.

На грозову активність в Україні впливає цілий ряд чинників:

- географічне розташування – південні та центральні регіони України, як правило, характеризуються більшою грозовою активністю порівняно з північними;

- рельєф – гірські райони, такі як Карпати, часто мають підвищену грозову активність через підняття теплого повітря;

- сезонність – найбільша грозова активність спостерігається в теплу пору року – з травня по вересень;

- синоптичні процеси – проходження холодних фронтів, циклонів та антициклонів значно впливають на утворення гроз.

Як виглядає карта грозової активності на території України можна ознайомитись на сайті спеціалізованої організації [7].

Згідно даних державної служби України з надзвичайних ситуацій Українського гідрометеорологічного центру у Мелітопольському районі Запорізької області у 2020 і 2021 роках спостерігалася кількість днів з грозою на рік 26 і 43 відповідно, тривалістю 66 і 85 годин відповідно. По інших регіонах України спостерігалась кількість днів з грозою на рік від 12 до 53, тривалістю від 15 до 193 годин.

Грозова активність є важливим фактором, який необхідно враховувати при плануванні та проведенні різноманітних видів діяльності, особливо в енергетиці, сільському господарстві, будівництві та інших галузях. Загальна тенденція грозової активності є ключовим фактором при виборі оптимального місця для розміщення грозової електростанції для виробництва електричної енергії. Незважаючи на можливість прогнозування, грози залишаються непередбачуваним природним явищем.

Незважаючи на всі труднощі, дослідження в галузі грозової енергетики продовжуються. Вчені працюють над розробкою нових матеріалів, більш ефективних систем захоплення енергії та методів її зберігання. Можливо, в майбутньому грозова енергетика стане одним з важливих джерел відновлюваної енергії.

Важливо розуміти, що наразі грозова енергетика перебуває на ранній стадії розвитку і не може конкурувати з традиційними джерелами енергії за ефективністю та економічністю. Однак, потенціал

цієї технології є великим, і її подальший розвиток може внести значний внесок у вирішення глобальної енергетичної проблеми.

Висновки. Грозова енергетика – це перспективна галузь, яка потребує подальших досліджень та інвестицій. Незважаючи на існуючі проблеми, потенційні переваги цієї технології роблять її привабливою для вчених та інженерів. Інноваційні рішення у галузі матеріалів, електроніки та енергетики можуть перетворити грозову енергетику на реальну альтернативу традиційним джерелам.

Список використаних джерел

1. Вовчинський В.О. Грозові електростанції як перспективний напрямок альтернативної енергетики. URL: https://www.ukrlogos.in.ua/10.11232-2663-4139.16.55.html

2. Грозова енергетика. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Грозова_енергетика

3. Гроза. Сувора повелителька хмар. URL: https://wol.jw.org/uk/wol/d/r15/lp-k/101999244

4. Грозова енергетика. URL: https://alternative-energy.com.ua/uk/vocabulary/грозова-енергетика/

5. Система лазерів для керування ударами блискавки. URL: https://journal.ilounge.ua/ua/blog/pokazali-sistemu-lazerov

6. Дані грозової активності 2020-2023. URL: https://fs-lps.com/grozovi_dni/

7. Карта грозової активності в Україні 2015-2019 в графічному форматі. URL: https://fs-lps.com/karta-grozovoyi-aktyvnosti/

УДК 631.561

ПОТЕНЦІАЛ ТЕХНІКО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВА ІЗ ВІДХОДІВ НАСІННЯ СОНЯШНИКА

Бардадим О.В.[1], здобувач НС доктора філософії,
Сова Н.А.[1], к.т.н., доц.,
Мельник М.М.[2], технічний директор.
[1]*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро.*
[2]*ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро.*

Постановка проблеми. В Україні є великий потенціал відходів та побічної продукції сільського господарства. Без залучення цього виду біомаси до паливно-енергетичного балансу країни неможливо

досягти цілей по біоенергетиці, поставлених Енергетичною стратегією України на період до 2035 року [1]. Біомаса аграрного походження, у їх числі лушпиння соняшника, залишається основною складовою енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Але одним із головних бар'єрів для енергетичного використання агробіомаси в Україні є відсутність у агровиробників техніки для підготовки побічної продукції рослинництва для енергетичних потреб та складність використання агробіомаси як палива.

Основні матеріали дослідження. Теоретичний потенціал використання лушпиння соняшника складає 2,4 млн.тн, при цьому потенціал, доступний для енергетики, складає 100% від теоретичного потенціалу і має змогу досягти 1,0 млн т.н.е.(тони нафтового еквіваленту) [2].

З огляду на обсяги у використанні енергетичного потенціалу біомаси лушпиння соняшника, що вже використовується для потреб енергетики та складає 63,2%, підвищення врожайності соняшника від досягнутого рівня 22 ц/га до рівня національного рекорду врожайності у 55,24 ц/га, то маємо всі підстави для прогнозування збільшення об'ємів генерації лушпиння соняшника до рівня 6,03млн.тн.

Прогрес у використанні лушпиння соняшника стримується низкою перешкод, головними з яких є технологічні бар'єри, а саме відсутність у переробників соняшника техніки для енергетичного використання відходів та складність використання агробіомаси як палива. Для прийняття рішення про використання лушпиннння для енергетичного використання переробнику важливо розуміти, що при цьому не зменшиться продуктивність основного виробництва продукції, особливо якщо передбачаються довгострокові контракти на постачання. Тому переробнику відходів необхідно максимально виявити ризики та спланувати заходи для їх зменшення, зокрема, визначити необхідні зміни технологій, передбачити закупівлю додаткової спеціалізованої техніки.

Вміст вологи у побічній продукції переробки відходів насіння соняшника негативно впливає, головним чином, на її теплотворну здатність. Надмірна волога також спричиняє псування біомаси під час зберігання, і головне – стимулює явище самозігрівання, яке потребує спеціальних технологічних заходів для запобігання та гасіння пожеж.

Наявність олійної домішки підвищує теплотворну здатність палива, але перешкоджає одержанню високої механічної міцності брикет та пелет. Доведено, що вміст тригліцеридів та похідних речовин у підвищеній кількості робить непридатною масу лушпиння до палетизації. Тому державним стандартом ДСТУ 7123:2009 [3] обмежена масова частка жиру й екстрактивних речовин в абсолютно сухій речовині до рівня 4,5%.

Прогрес у створені нових гібридних сортів соняшника, які характеризуються підвищеною олійністю та врожайністю, висвітив

нові технологічні труднощі у переробці лушпиння. Лушпиння має притаманну цим сортам підвищену ботанічну олійність та нові морфологічні якості, при переробці гібридних сортів генерується підвищена кількість олійної домішки при шеретуванні, яка сягає 4% і більше. Спалювання такого лушпиння генерує додаткове забруднення атмосфери. Тому економія на зниженні долі викопних енергоресурсів може бути зведена нанівець економічними санкціями за забруднення атмосфери.

Технологічна проблема повинна бути вирішена там де вона з'явилась, а саме, олійна домішка повинна бути відсортована негайно після технологічної операції, де вона генерується, та повинна бути повернутою до основного технологічного процесу. Для досягнення цієї мети проведені теоретичні дослідження робочих органів сортувальної машини [4], [5], проведені випробовування експериментального зразка, запропоновано нове обладнання (Рисунок 1), яке дозволить вилучити із суміші лушпиння олійну домішку. Остаточна кількість олійної домішки у лушпинні після сортування знаходиться у межах 0,2-0,6%.

Випробовуванням підтверджена теоретична продуктивність сортувальної машини 30 тон на добу при сортуванні лушпиння соняшника.

При річному фонді робочого часу 320 діб на рік переробки насіння соняшника та прогнозу генерації лушпиння соняшника у 6,03 млн.тн на рік, теоретична кількість необхідного обладнання для використання в межах України може бути визначена наступною формулою:

$$N = \frac{\text{Гр}}{\text{Пс}*\text{Фр}} = 628 \text{ машин},$$

де: Гр- генерація річного об'єму лушпиння, тон;

Пс- добова теоретична продуктивність сортувальної машини, тон/добу;

Фр- річний фонд робочого часу, діб.

Рис. 1. Експериментальний зразок сортувальної машини для лушпиння соняшника

Висновки. Таким чином, дослідження показують, що за умови використанні річного енергетичного потенціалу біомаси лушпиння соняшника потенціал техніко - технологічного забезпечення виробництва палива із відходів насіння соняшника може бути визначений у кількості 628 машин.

Список використаних джерел

1. Стратегія розвитку біоенергетики в Україні. Поточне використання біомаси в Україні. [Електронний ресурс]: За оцінкою Біоенергетичної асоціації України.: Режим доступу https://uabio.org/bioenergy-transition-in-ukraine/.

2.Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Драгнєв С.В. Аналіз бар'єрів для виробництва енергії з агробіомаси в Україні. Аналітична записка БАУ № 21. Біоенергетична асоціація України, 2019.: Режим доступу www.uabio.org/activity/uabio-analytics.

3. Лушпиння соняшнику. Технічні умови: ДСТУ 7123:2009.- [Чинний від 2009-12-18]. К.: Держспоживстандарт України, 2011. 8 с. (Національний стандарт України).

4. Алієв Е. Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 2023. 340 с.

5. Кудрявцев І.М. Чисельне моделювання процесу сепарації відходів насіннєвої суміші соняшнику в камері розрідження аеродинамічного сепаратора/ Вібрації в техніці та технологіях. 2024-№2(113) С.132–142. DOI: 10.37128/2306-8744-2024-2-15.

УДК 330.131.5

АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В УКРАЇНІ

Скляр Р. В., к.т.н.,
Жмак С. С., магістрант
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Виробництво і використання біогазу в Україні є важливим напрямом розвитку відновлюваної енергетики, оскільки дозволяє вирішувати екологічні, енергетичні та економічні проблеми [1].

Україна має значний потенціал у цій сфері: річний обсяг споживання природного газу, що становить приблизно 44 млрд м³, може бути заміщений біогазом (біометаном) на 59%. Біогазове виробництво сприяє екологічно безпечній утилізації органічних відходів, створюючи замкнуті цикли переробки та відновлення

ресурсів [2].

Основними джерелами сировини для виробництва біогазу в Україні є органічні залишки тваринництва (гній, послід), відходи агропромисловості (солома, силос, жом), біогенні залишки харчової промисловості та побутові органічні відходи. Ці ресурси раніше не використовувалися, лише додатково забруднюючи навколишнє середовище, але сьогодні їх застосовують як основу для ферментації. Залежно від умов конкретного регіону, сировину можна використовувати окремо або в комбінації з іншими органічними речовинами, що забезпечує гнучкість технологічного процесу [3].

Процес виробництва біогазу базується на ферментації біомаси в анаеробних умовах. У ферментаторах органічні речовини розщеплюються під дією бактерій до метану та вуглекислого газу. Цей процес вимагає дотримання оптимальних умов для розвитку мікроорганізмів, що визначає енерговитрати та собівартість біогазу. Незважаючи на значні капітальні вкладення, термін окупності промислових біогазових установок становить близько трьох років, що свідчить про високу економічну ефективність таких проєктів.

Сьогодні біогаз використовується в трьох основних напрямах: виробництво електроенергії, тепла та палива. На місці виробництва біогаз застосовують для роботи когенераційних установок, які забезпечують одночасне генерування електроенергії та тепла [3]. Усе частіше біогаз очищується до якості біометану, після чого його транспортують газотранспортною мережею або використовують як паливо для автомобілів. Такий підхід дозволяє інтегрувати біогаз у національну енергетичну систему, сприяючи її децентралізації.

Біогаз має широкі можливості використання, які забезпечують його популярність [3,4]:

1) його можна застосовувати безпосередньо на місці виробництва як паливо;

2) біогаз використовується для виробництва енергії, причому відхідне тепло, яке утворюється під час цього процесу, також можна використовувати. Це робить біогаз привабливим джерелом енергії для децентралізованого енергозабезпечення, особливо для великих аграрних підприємств в Україні.

3) біогаз, очищений до рівня природного газу (біометану), може транспортуватися через загальну газорозподільну мережу, що дозволяє ефективно доставляти його до споживачів і накопичувачів енергії. На відміну від високовартісного накопичення сонячної або вітрової енергії, газорозподільна мережа забезпечує майже безвтратне поєднання виробництва й споживання енергії.

Україна має унікальну перевагу в тому, що конфлікт між використанням сільськогосподарських земель для вирощування харчових культур чи енергетичних ресурсів, який є актуальним у багатьох європейських країнах, тут не стоїть гостро. Завдяки

інтенсивному землеробству ресурсу вистачить і для харчової, і для енергетичної галузей.

Крім екологічних і енергетичних переваг [2], біогазові технології позитивно впливають на економіку. Наприклад, залишки після ферментації є високоякісними органічними добривами, які можна використовувати замість дорогих мінеральних аналогів. Біогазові установки також створюють додаткові робочі місця, особливо в сільській місцевості, сприяючи розвитку регіонів.

Однак існує низка проблем, що гальмують розвиток галузі. Недостатня законодавча база, висока вартість обладнання, складність доступу до фінансування та нерозвиненість інфраструктури для збору й транспортування сировини є основними перешкодами. Крім того, сучасне виробництво біогазу в Україні оцінюється лише на рівні 1,6 млн тонн умовного палива на рік, що значно менше його потенційних можливостей.

Для реалізації повного потенціалу необхідно впроваджувати сучасні технології, такі як когенераційні установки з високим ККД, автоматизовані системи контролю, рекуперація тепла та очищення біогазу до біометану. Важливо також залучати нові джерела сировини, включаючи енергетичні культури (міскантус, сорго) та органічні відходи міського господарства [3].

Розробка національної біогазової стратегії, яка визначить цілі, механізми та стимули для інвесторів, є важливим кроком для розширення ринку. Створення прозорих умов для транскордонної торгівлі біометаном дозволить інтегрувати Україну в європейський енергетичний простір. В умовах, коли країни ЄС намагаються досягти 30% частки відновлюваної енергії в транспортному секторі до 2030 року, Україна може стати важливим постачальником біометану, забезпечуючи власний економічний розвиток і сприяючи енергетичній незалежності.

Тобто, можна зробити висновок, що розвиток біогазових технологій в Україні має величезний потенціал, який може бути реалізований завдяки впровадженню інновацій, державній підтримці та залученню інвестицій. Для досягнення цього необхідно зосередитись на кількох ключових аспектах [3,4]:

1. Удосконалення технологій.

Інтеграція когенераційних систем: використання когенераційних установок із високим коефіцієнтом корисної дії (до 85%) дозволить ефективно генерувати електроенергію та тепло. Це зменшить енерговитрати і зробить біогазові установки більш рентабельними.

Очищення біогазу до біометану: встановлення мембранних або адсорбційних систем для видалення CO_2 і H_2S дозволить очищати біогаз до стандарту природного газу. Це створює можливості для його транспортування через існуючі газові мережі.

Автоматизація процесів: впровадження систем автоматичного

моніторингу та управління забезпечить стабільну роботу ферментаторів, оптимізацію температурних і pH-показників, а також зменшить витрати на обслуговування.

2. *Розширення сировинної бази.*

Побутові органічні відходи: міські агломерації генерують значну кількість органічних відходів, які можуть бути використані у біогазових установках. Створення інфраструктури для збирання, сортування та переробки таких відходів є перспективним напрямом.

Енергетичні культури: вирощування багаторічних енергетичних культур, таких як міскантус чи сорго, забезпечить постійний потік якісної сировини для біогазових установок без шкоди для вирощування продовольчих культур.

Інтеграція аграрного сектору: органічні залишки агропромисловості, включаючи жом, лушпиння, солому, становлять важливий ресурс для виробництва біогазу. Їх ефективна утилізація дозволить вирішити проблему відходів і підвищити рентабельність підприємств.

3. *Державна підтримка.*

Формування національної стратегії: включення біогазових технологій у національну енергетичну стратегію забезпечить чіткі цілі для розвитку галузі.

Фінансові стимули: надання пільгових кредитів, грантів на будівництво біогазових установок і зниження податкового навантаження для інвесторів.

Підтримка малих фермерів: створення державних програм для малих господарств, які дозволять встановлювати невеликі біогазові установки на основі місцевих ресурсів.

4. Інтеграція з Європейським Союзом.

Експорт біометану: Україна може стати постачальником біометану для країн ЄС, які зобов'язані досягти 30% частки відновлюваної енергії в транспортному секторі до 2030 року. Це сприятиме залученню інвестицій у розбудову інфраструктури.

Сертифікація та стандартизація: розробка національних стандартів для біогазу та біометану відповідно до вимог ЄС дозволить інтегрувати український ринок у європейський енергетичний простір.

5. Соціально-економічні переваги.

Створення робочих місць: біогазові установки створюють нові робочі місця у сільській місцевості, стимулюючи регіональний розвиток.

Зменшення енергетичної залежності: виробництво біогазу сприятиме зменшенню імпорту природного газу та зміцненню енергетичної незалежності України.

Екологічні переваги: утилізація органічних відходів знижує забруднення ґрунтів, води та повітря, а також зменшує викиди парникових газів.

Розвиток виробництва і використання біогазу в Україні може стати важливим кроком до енергетичної незалежності та сталого розвитку. Завдяки модернізації технологій, розширенню сировинної бази, інтеграції з європейськими ринками та державній підтримці, біогазові технології зможуть реалізувати свій повний потенціал, забезпечуючи екологічну безпеку та економічну вигоду для країни.

Список використаних джерел

1. Болтянський Б.В. Аспекти вдосконалення технології виробництва біогазу. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 1. С. 89–100. https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-6.

2. Акулов В. Д. Шляхи підвищення енергетичної ефективності біогазової установки. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 2. С. 27–36. https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-2-3.

3. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аспекти удосконалення конструкцій біогазових установок. Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. ДБТУ. Харків, 2023. С. 81–84.

4. Скляр О.Г., Скляр Р. В. Аналіз роботи біогазових установок. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С. 132–138.

УДК 621.313.333.004.58

ДІАГНОСТУВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ЗА ВІДНОСНИМИ ВТРАТАМИ ПОТУЖНОСТІ

Вовк О.Ю., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. На сьогодні для приводу робочих машин і механізмів найбільше застосовуються електроприводи на базі асинхронних двигунів, кількість яких досягає 95 % від усіх електроприводів [1, 2]. Це пов’язано з високою конструкційною надійністю, значними енергетичними показниками та іншими характеристиками зазначених електродвигунів [3, 4]. Проте їх експлуатаційна надійність поки знаходиться на недостатньому рівні, тому що на підприємствах України щорічно спостерігаються відмови близько чверті встановлених асинхронних двигунів (хоча при іспитах на надійність за такий час відмовляє лише 2 – 3 %) [5, 6]. Однією з

причин існування проблеми експлуатаційної надійності асинхронних двигунів є недостатність інформації про їх функціональний стан, який визначається шляхом діагностування [7, 8]. Дослідженням у напрямку діагностування зазначених електродвигунів присвячено багато робіт ([9, 10] та інші). У них наводяться результати розробок методів і засобів діагностування як електродвигунів в цілому, так і окремих їх вузлів. Аналіз робіт, пов'язаних з діагностуванням двигуна в цілому, виявив головні їх недоліки. А саме: вони не встановлюють пошкоджений вузол і мають значну вартість технічної реалізації.

Основні матеріали дослідження. З метою періодичного визначення функціонального стану асинхронного двигуна в цілому і окремих його вузлів пропонується застосовувати метод діагностування, у якому діагностичними параметрами є відносні втрати потужності [11]:

$$d_S = \frac{\Delta P_S}{\Delta P_{S\delta}};\quad d_1 = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_{1\delta}};\quad d_2 = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_{2\delta}};\quad d_3 = \frac{\Delta P_3}{\Delta P_{3\delta}};\quad d_4 = \frac{\Delta P_4}{\Delta P_{4\delta}}, \qquad (1)$$

де $\Delta P_{S\delta}$, ΔP_S – відповідно базові та поточні сумарні втрати потужності в електродвигуні, *Вт*; $\Delta P_{1\delta}$, ΔP_1 – відповідно базові та поточні втрати потужності в обмотці статора електродвигуна, *Вт*; $\Delta P_{2\delta}$, ΔP_2 – відповідно базові та поточні втрати потужності в обмотці ротора електродвигуна, *Вт*; $\Delta P_{3\delta}$, ΔP_3 – відповідно базові та поточні втрати потужності у магнітопроводі електродвигуна, *Вт*; $\Delta P_{4\delta}$, ΔP_4 – відповідно базові та поточні механічні втрати потужності електродвигуна, *Вт*.

Суть діагностування асинхронного двигуна полягає у наступному. На початку експлуатації під час налагодження робочої машини після її монтажу визначають базові втрати потужності. Через певний проміжок часу експлуатації визначають поточні втрати потужності. Розраховують відносні значення втрат потужності за (1). Якщо $d_S = 1$, то функціональний стан електродвигуна є номінальним; якщо $d_S > 1$, то неномінальним. Електродвигун потрібно виводити у ремонт, якщо d_S перевищує допустиме значення:

$$d_{S(доп)} = \frac{P_н}{\Delta P_н} \times \left(\frac{1}{\eta_н - 0{,}15 \times (1 - \eta_н)} - 1 \right), \qquad (2)$$

де $\Delta P_н$ – номінальне значення сумарних втрат потужності електродвигуна, *Вт*; $P_н$ – номінальна потужність електродвигуна, *Вт*; $\eta_н$ – номінальний коефіцієнт корисної дії електродвигуна.

У разі $d_S > d_{S(доп)}$ несправним вузлом електродвигуна є той, у якому відносні втрати потужності мають найбільше значення у порівнянні з іншими, і йому приділяють більшу увагу при дефектації

після виведення у ремонт.

Визначення вказаних втрат потужності пропонується здійснювати за результатами дослідів холостого ходу і короткого замикання електродвигуна. Для спрощення технічної реалізації дослід холостого хода необхідно проводити за двох значень живлячої напруги шляхом перемикання обмотки статора з зірки на трикутник. Дослід короткого замикання потрібно проводити, з'єднавши обмотку статора відкритим трикутником. Такі способи проведення цих дослідів не потребують додаткового регулятора напруги і пристрою для загальмовування ротору двигуна. Втрати потужності за результатами вказаних дослідів визначають так:

$$\Delta P_4 = \frac{U_{x(2)}^2 \times \left(P_{x(1)} - 3 \times r_{1x} \times I_{x(1)}^2\right) - U_{x(1)}^2 \times \left(P_{x(2)} - 3 \times r_{1x} \times I_{x(2)}^2\right)}{U_{x(2)}^2 - U_{x(1)}^2}; \quad (3)$$

$$\Delta P_3 = P_{x(2)} - 3 \times r_{1x} \times I_{x(2)}^2 - \Delta P_4; \quad (4)$$

$$\Delta P_1 = 3 \times r_{1к} \times I_к^2; \quad (5)$$

$$\Delta P_2 = P_к - \Delta P_1 - \Delta P_3 \times \left(\frac{U_к}{3 \times U_{x(2)}}\right)^2, \quad (6)$$

де $U_{x(1)}$, $U_{x(2)}$ – фазні напруги на затискачах електродвигуна в досліді холостого ходу за з'єднання відповідно зіркою і трикутником, *В*; $I_{x(1)}$, $I_{x(2)}$ – сили фазних струмів електродвигуна в досліді холостого ходу за з'єднання відповідно зіркою і трикутником, *А*; $P_{x(1)}$, $P_{x(2)}$ – активні потужності, споживані електродвигуном в досліді холостого ходу за з'єднання відповідно зіркою і трикутником, *Вт*; r_{1x} – активний опір фази обмотки статора після досліду холостого ходу, *Ом*; $U_к$ – напруга на затискачах електродвигуна в досліді короткого замикання, *В*; $I_к$ – сила струму у обмотці статора електродвигуна в досліді короткого замикання, *А*; $P_к$ – активна потужність, яку споживає електродвигун в досліді короткого замикання, *Вт*; $r_{1к}$ – активний опір фази обмотки статора після досліду короткого замикання, *Ом*.

Для перевірки запропонованого методу діагностування у асинхронний двигун потужністю 2,2 кВт, для якого $d_{S(доп)}$ = 1,19, уводились такі несправності: 1) замикання у обмотці статора; 2) замикання у обмотці статора та зношення підшипника; 3) замикання у обмотці статора, зношення підшипника та обрив стрижня ротору; 4) замикання у обмотці статора, зношення підшипника, обрив стрижня ротору та порушення міжлистової ізоляції магнітопроводу статора.

Результати діагностування у зазначених випадках були такими:

1) d_S = 1,21, d_1 = 1,36, d_2 = 1,08, d_3 = 1,08, d_4 = 0,98;
2) d_S = 1,22, d_1 = 1,36, d_2 = 1,08, d_3 = 1,08, d_4 = 1,2;
3) d_S = 1,31, d_1 = 1,43, d_2 = 1,21, d_3 = 1,08, d_4 = 1,2;

4) $d_5 = 1{,}34$, $d_1 = 1{,}47$, $d_2 = 1{,}21$, $d_3 = 1{,}32$, $d_4 = 1{,}2$,
тобто в усіх випадках метод виявляв ці несправності.

Висновки. Таким чином, у результаті досліджень запропоновано метод діагностування асинхронних двигунів на базі дослідів холостого ходу та короткого замикання без регулятора напруги і пристрою для загальмовування ротору. Він ґрунтується на відносних втратах потужності електродвигуна і дозволяє із достатньої для практики точністю визначати можливість подальшого застосування двигуна для приводу певної робочої машини.

Список використаних джерел

11. Квітка С.О., Безменнікова Л.М., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Методи управління та апаратна реалізація сучасних перетворювачів частоти. *Праці ТДАТУ*. 2013. Вип.3, Т.2. С. 164–171.

12. Вовк О.Ю. Ресурсозберігаюче управління асинхронними електродвигунами. *Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті І.І. Мартиненка "Енергозабезпечення технологічних процесів"*. Мелітополь: ТДАТУ. 2019. С.12.

13. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Дослідження втрат активної потужності в асинхронному електродвигуні. *Науковий вісник ТДАТУ*, 2017. Вип.7, Т.1. С. 126–134.

14. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Стребков О.А., Волошина А.А. Розробка системи забезпечення ресурсоенергозберігаючого експлуатаційного режиму роботи асинхронного електродвигуна. *Енергетика і автоматика*. 2016. №4(30). С. 89–97.

15. Квітка С.О., Безменнікова Л.М., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Пристрій захисту групи трифазних асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи. *Праці ТДАТУ*, 2012. Вип.12, Т.2. С. 23–27.

16. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи. *Вісник ХНТУСГ*. 2014. Вип.153. С.85–87.

17. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Безменнікова Л.М. Періодичне діагностування механічної частини робочої машини з асинхронним електроприводом в експлуатації. *Праці ТДАТУ*. 2012. Вип.12, Т.2. С. 54–58.

18. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Пристрій контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи. *Вісник ХНТУСГ*. 2017. Вип.186. С. 90–92.

19. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Періодичний контроль функціонального стану асинхронних електродвигунів за енергетичними показниками. *Праці ТДАТУ*. 2020. Вип.20, Т.4. С. 115–125.

20. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. Експлуатаційний контроль функціонального стану осердя та механічної системи асинхронних електродвигунів. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2017. Вип.7,

Т.1. С. 85–93.

21. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Безменнікова Л.М. Обґрунтування параметрів функціонального стану асинхронних електродвигунів. *Праці ТДАТУ*. 2008. Вип.8, Т.9. С. 129–137.

УДК 631

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРЕШКОДИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ УГОДИ “EGD” В ЧАСТИНІ ТРАНСПОРТУ

Коршиков З.О., 21ГМ групи,
Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.

Постановка проблеми. Що таке “EGD”? EGD – European Green Deal (Європейська зелена угода). Ця абревіатура являє собою економічну модель, яка має чіткі цілі, перспективну мету, ресурси та план її реалізації. В чому ж полягає ідея цього стратегічного проєкту, для чого він потрібен і чи треба його впроваджувати? Дана стратегія має вплинути на глобальну екологію в країнах ЄС, а саме: скорочення викидів CO_2; досягнення кліматичної нейтральності економіки до 2050 р., та інших [1]. Я вибрав саме ці два пункти, так як, на мою думку, вони являються найголовнішими та найважливішими аспектами даної програми. Як вони планують досягати цих цілей? Первинними способами являються планування, моніторинг, оцінка та корегування. Саме ці методи являються найдієвішими, тому що для подолання проблеми спочатку треба зрозуміти її природу, знайти корінь і виходячи з отриманих даних розробляти план протидії / подолання проблеми. Чому саме такий цикл та чому Україна в ньому зацікавлена? Однією з причин являється той факт, що Європа вже має досвід у переході економіки на «зелені рейки» і він являється успішним, на це вказує позиція країн Європи в рейтингу екологічної ефективності. Україна зацікавлена в цьому проекті, оскільки це являється прямим курсом до євроінтеграції а також післявоєнного відновлення країни.

Основні матеріали дослідження З базовими поняттями по “EGD” ви вже ознайомились, тож пропоную вам зануритись у профільне дослідження цієї теми. Я пропоную дослідити можливе майбутнє транспорту, тому що саме з цим стикається людина кожен день і, на мою думку, цю тему треба обговорювати в першу чергу. Електромобілі вже не являються фантастичним майбутнім і широко застосовуються на просторах як Європейських країн, так і США. Для

прикладу – у Норвегії електрокари становлять третину від всього автомобільного ринку.

Попит на електромобілі лише зростає, за прогнозами компанії J.P. Morgan до 2030 року лише 41% світового авторинку залишиться з ДВЗ. Також впроваджують і гібридні авто, але вони не уникають викідив в атмосферу, а лише зменшують [2]. Тенденцію з переходу на еко трансорт Україна не оминула, про це свідчить статистика за серпень 2020 року, тоді було зарєєстровано близько 16000 електромобілів. Великої проблеми з переходом на електроавтомобілі в українців немає, але неприємністю може бути ціна на таке авто. Звісно з салону та нова модель коштуватиме десятки тисяч доларів США, але потриману автівку можна придбати набагато дешевше. Інше питання – вподобання нашого покоління. Більшість молодих людей купують авто с ДВЗ, тому що воно коштує дешевше (особливо якщо вони купують його в Америці), а також вони полюбляють хизуватись автівками, в особливості це старі представники німецьких авто фірм [3,4]. Найбільше вони полюбляють коли авто являється дуже гучним, електричні авто ж навпаки, дуже тихі. Цей фактор не являється глобальною проблемою, але має місце тут бути. Рішення просте, почекати поки люди усвідомлять те, що електрокари – майбутнє автопрому. На разі була розглянута тема, яка більше відноситься до повсякденності а ніж до наукового стилю, отже, пропоную перейти до громадського транспорту.

Українська влада обіцяє до 2030 року збільшити частку електричного громадського транспорту. Цим вони планують зайнятися в рамках національної транспортної стратегії і створити певну інфраструктуру для цього – про це заявив міністр інфраструктури Владислав Криклій. Хоча в самому офіційному документі вказано те, що до 2030 року планується перевести на електрорейки у внутрішньому сполучені до 75% [4,5]. На даний момент зазначається, що перехід на електричний транспорт виконати досить важко, тому що в Україні не вистачає необхідної кількості інфраструктури для підтримання сталого функціонування електорбусів, а її побудова потребує значних інвестицій [6]. Міжнародні кредитори надають фінансову допомогу Україні, так, наприклад, з 2017 року діє проєкт Європейського інвестиційного банку “Міський громадський транспорт України”, участь в якому приймають 11 міст України. Також готується друга частина цього проєкту, яка має однойменну назву, але в кінці стоїть римська цифра 2. Вважається що саме з другої частини почнеться реальна поява електробусів в Україні, а обумовлено це тим, що на виділені гроші буде дозволено купувати транспорт з нульовим викидом. Але не все так просто. Не всі міста будуть закуповувати саме електротранспорт, причиною являється заборона центральній владі втручатися у справи міст. Про це свідчить той факт, що Київ замість електробусів придбав 200 дизельних автобусів виробництва МАЗ і

обґрунтував це недостатнім розвитком інфраструктури для електротранспорту, паралельно вказавши на те, що транспорт, який їздить по київських вулицях, розвалюється.

Висновки. Пропоную підбити підсумки. “EGD” – надзвичайно важливий напрям в економіці сучасного світу. Я сподіваюсь, що цю ідею будуть розвивати постійно інвестуючи в неї гроші та залучаючи для її реалізації якомога більше ресурсів. На мою думку, даний напрям був впроваджений через те, що люди з кожним роком все більше і більше витрачають природних ресурсів, вбиваючи планету та виснажуючи її. Нажаль, монополістів не дуже цікавлять екологічні проблеми. Навіть «зелена справа» буде їх цікавити через можливість додатково заробити грошей, а не через те, що вони хочуть піклуватися про довкілля. Якби це було так, то замість винаходів, що вбивають, були б винаходи які подовжують тривалість життя, або роблять його безпечнішим. Але, в нашій природі лідера являється найсильнішим, а в політичному плані – ті, в кого більше зброї та кращий ВПК. Людям більше подобається бути мавпами з дуже технічно розвиненими палицями, а ніж людьми з високими інтелектуальним розвитком та безпечним, довгим й здоровим життям.

Список використаних джерел

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

2. Ковальов О.О, Самойчук К.О., Необхідні умови забезпечення конкурентоздатності україни на світових ринках продуктів харчування. Матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції «Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії» (3-4 листопада 2022 р). — вид. ФОП Гордієнко Є.І., Черкаси, 2022 с. 143-146

3. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250с.

4. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: ММД, 2020. 428с.

5. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences. 2020. 5. 51–59 pp.

6. Ковальов О.О., Самойчук К.О., Фучаджи Н.О., Гулевський

В.Б. Формування навичок науковця при викладанні дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень з основами інтелектуальної власності» Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: зб. Наук.-метод. Праць ТДАТУ. Мелітополь, 2023, 112-119.

СЕКЦІЯ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АПК

УДК 331.108.4:378.046.4:378.141.4 + 62-03:631

ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗДАТНОСТІ ДО ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ АПК В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ РИНКУ ПРАЦІ

Сабо А.Г.[1], к.т.н.,
Смьордов О.А. [1], магістрант,
Сабо С.А.[2], бакалаврант.,
[1]*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.*
[2]*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, м. Запоріжжя.*

Постановка проблеми. В умовах невизначеності щодо конкретних планів післявоєнного відновлення, стрімкого прогресу технологій а також під впливом інших важливих факторів в Україні гостро постає питання забезпечення здатності майбутніх фахівців АПК до працевлаштування, зокрема і у відношенні до оптимальних стратегій закладів вищої освіти для всебічного забезпечення вирішення цієї проблеми та тих проблем, що вона породжує. У даній статті було розглянуто основні проблеми, що постають зараз перед університетами і висловлено декілька пропозиції для покращення здатності фахівців до працевлаштування в сучасних умовах.

Основні матеріали дослідження. У сучасному світі для великої кількості галузей, пов'язаних з агропромисловим комплексом (далі АПК), характерна досить швидка зміна не тільки застосованого обладнання, але й ключових підходів і принципів. До того ж, зміни, що відбуваються в усіх сферах сучасного професійного життя, вказують на те, що фахівець навряд чи зможе працювати у одній і тій самій професії, поступово підіймаючись корпоративними сходами, як це було ще декілька десятиріч тому [1, 2]. Це означає, що здобувачам вищої освіти, що зараз навчаються в університетах України, ймовірніше за все протягом своєї кар'єри доведеться змінювати роботу частіше, ніж це було у минулому. Не виключено, що через досить непередбачувану ситуацію у майбутньому на ринку праці молодим спеціалістам доведеться шукати працевлаштування як у галузях, що є суміжними до здобутої ними у ЗВО спеціальністю, так і у інших галузях, або навіть на місцях робітників, для яких здобуття вищої освіти не є обов'язковим [1, 3].

Для абітурієнтів і здобувачів вищої освіти питання здатності працевлаштування після закінчення університету має першорядне

значення. Вони зацікавлені у отриманні знань і навичок, що будуть затребувані на ринку праці і у перспективі забезпечать їм високооплачувану роботу, тобто, матеріальну основу для сталої та успішної життєдіяльності. Якщо ж потенційні абітурієнти на основі інформації з засобів масової інформації, соціальних мереж та/або з особистого спілкування з випускниками минулих років та/чи потенційними роботодавцями будуть мати враження, що спеціалісти з конкретної галузі не користуються попитом і мають проблеми з працевлаштуванням, вони навряд чи будуть прагнути вступити в університет на спеціальність, пов'язану з цією галуззю. Саме тому заклади освіти зацікавлені у забезпеченні здатності працевлаштування своїм студентам, адже затребуваність університету напряму залежить від затребуваності його випускників. До того ж, репутація університету може значно постраждати, якщо він не може забезпечити отримання здобувачами актуальних і затребуваних знань і навичок. Наявність великої кількості незадоволених фахівців, що не змогли влаштуватися на працю за спеціальністю після закінчення університету, з часом неминуче призведе до розповсюдження критики цього навчального закладу і зниження його популярності.

Таким чином, здатність до працевлаштування є вкрай необхідною компетенцією, що є сприятливим як для всіх аспектів успішної життєдіяльності самого здобувача освіти, так і для забезпечення фінансового та організаційного майбутнього самого ЗВО через забезпечення сталої репутації ЗВО серед майбутніх потенційних абітурієнтів на висококонкурентному ринку освітніх послуг, тобто і для забезпечення сталого розвитку ЗВО. Для університетів важливо правильно оцінювати затребуваність спеціалістів та надавати здобувачам актуальні знання і навички, що з більшою вірогідністю сприяють їх працевлаштуванню. Таким чином, можна зробити висновок, що здатність до працевлаштування є важливою компетенцією, забезпечення формування якої у майбутніх випускників є нагальним завданням ЗВО.

Слід зауважити, що зараз прогнозування українськими університетами або і навіть урядовими структурами затребуваності спеціалістів ускладнено чималими проблемами. В умовах воєнного стану в Україні дуже складно передбачити стан професійного світу навіть на рік наперед. Виходячи зі статистики, в Україні 10 найчастіше обраних для вивчення спеціальностей у 2022-23 році навчання майже не співпадають з 10 найбільш затребуваних професій станом на 2023 рік, більшість з яких пов'язані з війною, що може свідчити про те, що ринок праці значно змінився у порівнянні як з довоєнним часом, так і з початком повномасштабного вторгнення [6]. Дослідники висловлюють припущення, що з закінченням війни країна почне відбудовуватися і попит у спеціалістах деяких галузей значно зросте, тобто, ринок праці знову очікують досить радикальні зміни, контури яких важко

передбачити зараз. До того ж, окрім проблем, спричинених воєнним станом, стрімкий розвиток технологій має все більший вплив на деякі галузі – як зокрема на галузь АПК, так і на інші споріднені галузі не тільки в нашій крахні, але і у світі в цілому. Так, досить відомим є прогноз, що в США 47 відсотків поточних робочих місць знаходяться під загрозою зникнення протягом наступних двох десятирічь в результаті комп'ютеризації та роботизації [4].

Насамперед, слід звернути увагу на те, що сучасний світ вимагає від випускників університетів балансу між теоретичними знаннями і практичними навичками, необхідними для успішного функціонування ринку праці, а традиційний поділ між університетом та робочим місцем вже неактуальний - багато цінних компетенцій, необхідних для успішної роботи в динамічних компаніях, можна отримати тільки в реальному робочому середовищі [5].

Важливо пам'ятати, що фундаментальні інженерні знання також змінюються з часом зі стрімким розвитком технологій. Обсяг знань постійно розширюється, і інколи навіть не можна передбачити, які навички будуть затребувані у майбутньому. Фахівці мають бути готовими до постійного навчання та адаптації до змін, що робить безперервну освіту необхідним компонентом професійного зростання. Традиційні кар'єрні сходи відходять у минуле, і інженери мають бути готові до зміни галузей, компаній і навіть країн. Тому ключовою компетенцією у світі стає «вміння вчитися» [5]. Університети мають приділити більшу увагу розвитку у здобувачів реальних практичних навичок - необхідно включати аспекти працевлаштування до навчальних програм, поєднуючи теоретичні знання з практичними завданнями конкретних галузей, адже багато університетів України все ще роблять наголос на суто теоретичних знаннях [6].

Зараз одним з найпопулярніших методів формування у здобувачів практичних навичок і реального досвіду роботи є стажування. Досвід роботи у реальному середовищі допомагає студентам вийти за рамки університетської теорії та застосувати отримані знання на практиці, часто отримуючи нові знання і навички, як пов’язані з професійною діяльністю, так і навички комунікації і роботи в команді [2]. Стажування за кордоном є особливо цінними, оскільки вони дають можливість поринути в іншу культуру та працювати з міжнародними командами, таким чином збільшуючи шанси майбутніх фахівців влаштуватися на працю в іноземну компанію. Останнім часом широке розповсюдження здобула дуальна система навчання, яка за умови активного і вдумливого ставлення самого здобувача до майбутньої професії та при баченні чітких шляхів для свого професійного працевлаштування має велику перспективу і вирішує аналогічним чином ці проблеми [7].

Введення стажувань та різноманітних схем дуальної освіти у навчальний процес може також допомогти знизити навантаження

викладачів, що, за деякими дослідженнями, в Україні є не найбільш оптимальним. Освітяни зазначають, що в українських закладах вищої освіти спостерігається проблема дрібнення курсів – в університетах подекуди вивчається багато занадто конкретизованих і невеликих за обсягом дисциплін замість одного більшого і узагальненого курсу [2]. Це призводить до ситуацій, де викладачу потрібно викладати декілька не дуже пов’язаних між собою дисциплін, до викладання деяких з них він часто буває не повністю готовий. Така система не дозволяє здобувачам отримати максимум знань, а також не відповідає європейським стандартам [8].

За прогнозами дослідників, у майбутньому на ринку праці буде високо цінитися гнучкість та можливість навчитися новому. Щоб забезпечити підготовку висококваліфікованих фахівців, університети мають перетворитися на так звані «університети на все життя», пропонуючи програми безперервного професійного навчання для своїх випускників. Така зміна дозволить фахівцям залишатися конкурентоспроможними після отримання університетського диплому і протягом усієї своєї кар'єри [5]. Окрім цього, доцільним може бути організовувати в університетах більшої кількості проектних робіт і роботи в співробітництві як між різними факультетами і кафедрами університету, так і між різними закладами освіти, а також ввести більше міжгалузевих дисциплін, що розширюють знання здобувачів і формують у них зв’язки з суміжними галузями. Таким чином у майбутніх фахівців формуються навички комунікації і співпраці, а також додаткові знання і навички, що дадуть їм змогу з набагато меншими зусиллями перекваліфікуватися або оволодіти новими навичками у рамках роботи, таким чином гнучко реагуючи на інновації і нововведення в сфері технологій [2]. В умовах воєнного стану це уміння може стати ключовим для успішного працевлаштування, даючи фахівцям АПК можливість працювати на суміжних роботах, наприклад, енергетик може перекваліфікуватися у оператора електронного обладнання або електрозварювальника, механік – у водія спецтехніки, механізатора і т.д. За статистикою, станом на 2023 рік, робочі професії в України користуються неабияким попитом [3]. Саме тому доцільним буде використовувати раніше набутий у деяких університетах (зокрема і в ТДАТУ) досвід навчання студентів робітничих професій, що є пов’язаними з їх відповідними спеціальностями, оскільки це можбе суттєво підвищити їх здатність до працевлаштування в умовах невизначеності умов ринку праці.

Висновки. Тож, перед українськими ЗВО постає проблема невизначеності затребуваності фахівців у майбутньому через воєнний стан та стрімкий розвиток технологій. Тому важливо сформувати навчальний процес таким чином, щоб сприяти розвитку у здобувачів універсальних навичок, таких як навички комунікації і співпраці, а також професіональної гнучкості. Для цього пропонується

впроваджувати у навчання стажування і міжгалузеву співпрацю, а також перетворити університети на так звані «університети на все життя», пропонуючи програми професійного навчання для випускників. Університети, що дбають про свій сталий розвиток, повинні своєчасно впровадити ряд змін, щоб позитивно вплинути на здатність до працевлаштування майбутніх фахівців. Слід окремо виділити заходи, направлені на фахову підготовку самого майбутнього випускника, включно з всебічним вдосконаленням загальної фахової підготовки, корекції специфічної фахової підготовки відповідно до потреб і трендів ринку праці, вдосконалення самих методів підготовки і таке інше [7-13], а також заходи, безпосередньо спрямовані на розвиток специфічної компетенції майбутнього випускника щодо особистої здатності до працевлаштування, включно з навчанням методам і засобам для пошуку роботи та тривалого перебування на ній в рамках проходження існуючих дисциплін та/або створення нових. Постає необхідність реорганізації роботи тих підрозділів самих ЗВО, що причетні до профорієнтації та забезпечення набору абітурієнтів. На думку авторів, є доцільним в рамках згаданої раніше концепції «університети на все життя» забезпечити моніторинг працевлаштування випускників минулих років як з метою корекції дій самого ЗВО у цьому напрямку, так і для надаючи їм опцій для вдосконалення фахової підготовки і для сприяння перепідготовки в умовах динамічної зміни умов ринку праці з наданням всебічного сприяння працевлаштуванню через контакти з потенційними роботодавцями, тобто, прийняття ЗВО на себе деяких функцій кадрових агенцій та бізнесів, що спеціалізуються на підборі персоналу.

Список використаних джерел

1. Сабо А.Г., Федоренко С.А., Сабо С.А. Модернізація освітніх програм для забезпечення здатності до працевлаштування випускників // Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування (теорія, практика, історія, освіта) Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції м. Київ, 6-7 листопада 2024 р. Київ, НУБіП, С. 262–263.

2. Vleeshouwers J., Baltus P., Raz O. A blueprint for future electrical engineering education. 2023 32nd Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE), Eindhoven, Netherlands, 14–16 June 2023. 2023. URL: https://doi.org/10.23919/eaeeie55804.2023.10181562

3. Kholodnytska A., Bondarenko A. Youth unemployment in Ukraine in the conditions of martial law and the development of measures to provide employment for youth. Problems and prospects of economics and management. 2023. No. 1(33). P. 54–65. URL: https://doi.org/10.25140/2411-5215-2023-1(33)-54-65.

4. Frey C.B., Osborne M.A. The future of employment: how

susceptible are jobs to computerisation?. Technological forecasting and social change. 2017. Vol. 114. P. 254–280. URL: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019 (date of access: 02.11.2024).

5. Kamp A. Engineering education in the rapidly changing world. 2nd ed. Delft: Delft University of Technology, Faculty of Aerospace Engineering, 2016. 92 p.

6. Єфремова О. Змішане навчання в закладах вищої освіти. Дидактика. 2023. № 4–5. С. 7–14. URL: https://doi.org/10.58407/didactics.23.4-5.1 (дата звернення: 02.11.2024).

7. Ломейко О.П. Дуальна освіта в ТДАТУ: стан впровадження та проблеми Науково-методичний центр ВФПО Дуальна форма здобуття освіти: успіхи та проблеми першого року запровадження пілотного проєкту у закладах фахової передвищої освіти України: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 22 жовтня 2020 р.);(С. 73-75) URL: http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/12892

8. Казанчан А.К., Молчанов А.О. Підвищення якості навчального процесу у світлі принципів болонського процесу. Науковий вісник Херсонського державного морського інституту. 2009. Т. 1, №1. С. 82–90. URL: http://yeninesil.bagcam.az/nvksma/article/view/28/23 (дата звернення: 02.11.2024).

9. Рябокінь С.С. Роль soft skills для успішного професійного становлення майбутніх фахівців. Innovations and prospects of world science : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Vancouver, 6–8 жовт. 2021 р. Vancouver, 2021. С. 329–332. URL: https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2021/10/INNOVATIONS-AND-PROSPECTS-OF-WORLD-SCIENCE-6-8.10.21.pdf#page=329.

10. Сабо А. Можливі шляхи підвищення долі процедурної складової в інженерній освіті // Матеріали V науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації». ТДАТУ, Запоріжжя, 2024. С. 471–476.

11. Сабо А., Сабо С. Доцільність використання слайдових презентацій в навчальному процесі. Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference. Helsinki, Finland, 2024. Pp. 166–170. URL: https://euconf.com/events/modern-education-accessibility-quality-recognition-and-problems/

12. Івахненко Є., Скоробогата М., Огренич Є. Особливості практики викладання науково-педагогічних працівників в умовах підготовки здобувачів інженерних спеціальностей // Наука і техніка сьогодні. 2024. №. 4 (32).

13. Сабо А., Сабо С. Використання інструктивних карток у дистанційному навчанні // Матеріали V науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації». ТДАТУ, Запоріжжя, 2024. С. 477–481.

Наукове видання

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі

Матеріали
VI Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
01-25 листопада 2024 р.

Відповідальний за випуск: Є. І. Ігнатьєв, ст. викладач кафедри Експлуатації та технічного сервісу машин Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.
Редактор: *Є. І. Ігнатьєв.*
Дизайн і верстка: *А. С. Комар.*

Адреси для листування:
69600, Україна, Запорізька обл., м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66
E-mail: ***tssapk@tsatu.edu.ua***
Сайт конференції: ***http://www.tsatu.edu.ua/tstt/conf/***
Редакційна колегія не несе відповідальності за зміст представлених матеріалів

© ТДАТУ, 2024