УДК 631
№ держреєстрації 0121U110251.

Міністерство освіти і науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
(ТДАТУ)
72312, Запорізька обл. м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
тел. (0619) 42-02-74

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
МЕХАНІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Відділ "Ресурсозбереження в технологічних процесах АПК"
Науково-дослідна лабораторія "Технічний сервіс і надійність с.-г. техніки"

ПОГОДЖЕНО	**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Директор НДІ МЗПУ	Проректор з НР д.с.-г.н., професор
_____/Володимир НАДИКТО	_____ Оксана ЄРЕМЕНКО
"28" 12 2021 р.	"28" 12 2021 р.

ЗВІТ
ПРО РОБОТУ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ
"Технічний сервіс і надійність с.г. техніки"
(заключний)

Програма: «**Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі**»

Завідувач лабораторією:
к.т.н., доц. Андрій СМЄЛОВ

ТДАТУ, 2021
Результати роботи розглянуто НТР НДІ,
протокол №10 від 28.12.2021

СПИСОК АВТОРІВ

Кандидат технічних наук Андрій СМЄЛОВ
(участь в 1, 2, 3; висновки)

Кандидат технічних наук Валерія ПАНІНА
(участь в 1; висновки)

Інженер Олексій НОВІК
(участь в 1; висновки)

Кандидат технічних наук Олександр СКЛЯР
(участь в 2; висновки)

Кандидат технічних наук Борис БОЛТЯНСЬКИЙ
(участь в 2; висновки)

Кандидат технічних наук Радміла СКЛЯР
(участь в 2; висновки)

Кандидат технічних наук Наталя БОЛТЯНСЬКА
(участь в 2; висновки)

Інженер Сергій ДЕРЕЗА
(участь в 2; висновки)

Інженер Сергій ГРИГОРЕНКО
(участь в 2; висновки)

Інженер Артем КОМАР
(участь в 2; висновки)

Кандидат технічних наук Ігор СІРИЙ
(участь в 3; висновки)

Кандидат технічних наук Галина ДАШИВЕЦЬ
(участь в 3; висновки)

Кандидат технічних наук Олександр ШОКАРЕВ
(участь в 3; висновки)

Кандидат технічних наук Андрій БОНДАР
(участь в 3; висновки)

Інженер Ігор ГРИЦАЄНКО
(участь в 3; висновки)

Реферат

Звіт про НДР 44 с., 11 рисунків, 6 таблиць, 43 літературних джерела.

Об'єктом досліджень є вимірювальний інструмент необхідної точності для проведення дефектації деталей; способи переробки посліду птахів, потокова сушарка зерновмісних матеріалів, екструдер; процес керування сільськогосподарським машинно-тракторним агрегатом під час виконання технологічних операцій.

Предмет дослідження – методика вибору вимірювального інструменту необхідної точності для проведення дефектації деталей; процеси сушіння та екструдування зерновмісних матеріалів; закономірності процесу керування машинно-тракторним агрегатом у повздовжній площині під час виконання сільськогосподарських технологічних операцій.

Мета роботи – підвищення надійності машин та обладнання сільськогосподарського виробництва і переробки біологічної сировини шляхом удосконалення технологічних процесів та оптимізації конструктивно-технологічних параметрів обладнання.

Місце проведення досліджень: ТОВ «Дніпро», СФГ «Успіх», лабораторії ТДАТУ.

Методи досліджень – поставлені задачі вирішувались з використанням теоретичних методів дослідження, що дозволили досягти основних результатів роботи і підтвердити їхню вірогідність методом активних експериментів. Використовувалися методи диференційного та інтегрального обчислення, основні положення теоретичної механіки, аналітичної геометрії, математичного аналізу і математичної статистики, моделювання на ЕОМ умов функціонування МТА. Обробка результатів еспериментальних досліджень виконувалась із використанням персонального комп'ютера та програмних комплексів MathCad та Statistica.

Ключові слова: ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ІНСТРМЕНТ, ДЕФЕКТАЦІЯ, СУШАРКА БАРАБАННА, ПТАШИНИЙ ПОСЛІД, ЕКСТРУДАТ, ПОТОКОВА СУШАРКА, БІЗНЕС – ПЛАН, РУЛЬОВЕ КЕРУВАННЯ, МАНЕВРЕНІСТЬ, БАЗОВА ЛІНІЯ, ШВИДКІСТЬ РУХУ, МІЖРЯДНИЙ ОБРОБІТОК, ТОЧНІСТЬ ОБРОБІТКУ

ЗМІСТ

ВСТУП…….. ..……5
ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ…….……7
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ……8
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ……...……..…….....13
1. Розробка технологій та технологічного обладнання відновлення елементів сільськогосподарської техніки при ремонті …….…….…….…....13
1.1 Обґрунтування необхідної точності вимірювального інструмента для проведення дефектації…….…….…….... 13
2. Розробка технологій та технологічного обладнання для енерго- та ресурсозбереження в технологічних процесах АПК …… 17
2.1. Патентний пошук сучасних способів переробки посліду птахів……...17
2.2. Експериментальні дослідження процесів сушіння та екструдування зерновмісних матеріалів……...27
2.3 Бізнес-план по вирощуванню перепелів яйценосного та бройлерного Напряму……..33
3. Інноваційні шляхи забезпечення технічного сервісу аграрного виробництва....35
3.1 Математична модель процесу керування колісним трактором…….35
ВИСНОВКИ……...……39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..40

ВСТУП

На всіх етапах розвитку сільського господарства здійснювалися і будуть здійснюватися заходи щодо удосконалення і розвитку ремонтної бази, підвищенню якості ремонту і технічного обслуговування машин і обладнання (технічного сервісу) при раціональному використанні матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Основна і найважливіша задача при використанні с.г. техніки – повне використання надійності машини в процесі її експлуатації, а ремонтників – якісне відновлення надійності до оптимального рівня. З метою здійснення якості проведення дефектації необхідна методика вибору вимірювального інструменту необхідної точності.

Постійно зростаюча потреба у сільськогосподарських продуктах споживання, зокрема рослинництва та тваринництва, зумовлює необхідність створення наукомістких екологічно безпечних технологій та технічних засобів інженерно-технологічного забезпечення цих галузей.

В даний час характер поведінки з відходами визначається глобальними проблемами, пов'язаними з екологічною безпекою щодо кожного із елементів вищезгаданої системи. Крім того, виникає низка проблем матеріально-технічного та енергетичного забезпечення та, відповідно, витрат як на виробництво корисної продукції, так і на переробку отриманих відходів. Отже, органічні добрива мають розглядатися як елемент землеробства, який підтримує кругообіг та баланс поживних речовин у екологічних агроценозах.

Питання утилізації (переробки) пташиного посліду одне з найактуальніших в світі з точки зору екології. Сучасні птахівницькі комплекси, крім постачання для споживачів м'яса та яєць, є виробниками величезної кількості відходів, серед яких найбільшу питому вагу займає пташиний послід. Устаткування для гранулювання здатне вирішити проблеми з енергозбереженням та утилізацією пташиного посліду. Причому, чим вищі вимоги ставляться до вихідного продукту, зокрема до щільності і крихкості гранул, тим технологічно досконалішими повинні бути відповідні технічні засоби. Найбільш поширене устаткування для переробки пташиного посліду є гранулятори екструзії з кільцевою і плоскою матрицями. Останні є менш енергоємними, більш дешевими, а отже і більш поширеними. Незважаючи на поширеність грануляторів з плоскими матрицями, дослідження кінематичних параметрів активних прикочувальних роликів такого устаткування практично не проводилося, в той час як кінематика руху робочих органів грануляторів з кільцевою матрицею вивчена досить докладно.

У проблему енергетичного балансу устаткування для отримання гранул також входять завдання, пов'язані з їх енергоємністю, тобто здатністю пропускати через свої механізми певну кількість енергії в залежності від співвідношення між цією енергією, швидкістю руху агрегатів машини і масами рухомих ланок механізмів, що входять до їх

складу. Тільки правильний підбір цих співвідношень забезпечує стійкість роботи агрегатів гранулятора, зменшення динамічних навантажень, зниження паразитарних опорів, а отже – підвищення міцності і довговічності роботи елементів механізмів.

Застосування потокової сушарки з лопатевим барабаном та подальшим екструдуванням посліду є провідною ідеєю даної роботи. Для створення подібного сушарного комплексу в основу покладено використання ідеї створення вихрового потоку теплого повітряв середині барабану, що забезпечить збільшенню часу контактування теплоносія із матеріалом, що піддається сушінню та подальшого нагрівання без використання зовнішніх джерел.

Енергонасичені колісні трактори в даний час широко використовуються в усіх кліматичних зонах приблизно на п’ятдесяти транспортно-технологічних та сільськогосподарських операціях. Однак в умовах експлуатації усі можливості цих колісних тракторів використовуються не завжди раціонально.

Одним з головних напрямків підвищення продуктивності тракторів у сільському господарстві є максимальне використання їх тягово-потужностних властивостей. Це можливо лише при збільшенні робочих швидкостей енергетичного засобу. Однак робота на підвищених швидкісних режимах призводить до погіршення стабільності технологічних процесів у зв’язку із збільшенням чутливості рульового керування, тому що із збільшенням швидкості МТА (машинно-тракторного агрегату) необхідно збільшувати і передаточне відношення рульового механізму, а із зменшенням швидкості, відповідно, зменшувати.

На сьогоднішній день відсутня така сільськогосподарська техніка, рульове керування якої повністю відповідало б цим вимогам. Тому актуальними є наукові роботи, направлені на створення рульових керувань сільськогосподарських МТА, що працюють на підвищенних швидкісних режимах та забезпечують адаптивність передаточного відношення рульового механізму в залежності від швидкості його руху.

Програма досліджень

1. Обґрунтувати методику вибору вимірювального інструменту необхідної точності для проведення дефектації.
2. Провести патентний пошук сучасних способів переробки посліду птахів. Провести експериментальні дослідження процесів сушіння та екструдування зерновмісних матеріалів. Розробити бізнес-план по вирощуванню перепелів яйценосного та бройлерного напряму.
3. Розробити математичну модель руху МТА у повздовжній площині із новим способом рульового керування та теоретично обгрунтувати швидкість руху;

Методика досліджень

1. В технічних умовах на ремонт деталей спряжень вказують, окрім номінального розміру з граничними відхилами, ще й допустимий розмір без ремонту, тобто вказують допуск на обробку деталей і допуск на знос.

При відновленні деталей і при дефектації на ремонтних підприємствах найбільш зручно використовувати методику, яка розроблена для машинобудівної промисловості в відповідності з номінальним розміром і суми допусків на обробку та на знос. Вибір засобів вимірювання при дефектації з врахуванням допуску на знос дозволяє запобігти необґрунтованого призначення вимірювального інструменту підвищеної точності.

Знаючи номінальний розмір деталі та допуск на обробку, можливо визначити засіб виміру необхідної точності. Якщо необхідно обрати засіб вимірювання для дефектації, то, окрім номінального розміру, необхідно знати допуск на знос.

Слід відзначити, що при селективному складанні, коли треба розсортувати деталі за серіями (групами), вимірювальний інструмент обирають в відповідності з номінальним діаметром і груповим допуском, який у кілька раз менш допуску на обробку.

2. Методика експериментальних досліджень сушарки барабанної

Для опису досліджуваного процесу в області оптимуму використовуються плани другого порядку, що дають можливість одержати функцію відгуку - математичну модель у вигляді полінома другого порядку

$$\mathbf{y = b_o + b_i x_i + b_j x_i x_j + b_{ii} x_i^2}, \qquad 1)$$

де $\mathbf{b_o}$, $\mathbf{b_i}$, $\mathbf{b_{ij}}$, $\mathbf{b_{ii}}$ - коефіцієнти регресії.

Найбільш економічним проведенням експериментів, яке дозволяє одержати уяву про функцію відгуку - поліном другого порядку, є варіювання факторів на трьох рівнях.

Кодування факторів виконується по формулі

$$\mathbf{x_i = (X_i - X_{oi})/\varepsilon}, \qquad (2)$$

де $\mathbf{x_i}$ – кодоване значення фактору (безрозмірна величина), для верхнього, центру експерименту та нижніх рівнів, вони позначена відповідно +1, 0 і -1;

$\mathbf{X_i}$- натуральне значення фактора;

$\mathbf{X_{oi}}$ – натуральне значення факторів на нульовому рівні;

ε - натуральне значення інтервалу варіювання фактора.

Інтервали і рівні варіювання факторів при проведені лабораторних і експериментальних досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Рівні і інтервали варіювання факторів при дослідженнях

Рівні і інтервали варіювання	Кодоване значення	Фактори і їх позначення			
		Довжина барабану ***L***, мм	Швидкість обертання барабану **n,** об/хв	Швидкість обертання вентилятору $\mathbf{n_v}$, об/хв	Кут нахилу барабану **α**, град.
		X_1	X_2	X_3	X_4
Верхній рівень	+1	0,5	60	1500	30
Основний рівень	0	1,0	40	1000	20
Нижній рівень	-1	1,5	20	500	10
Інтервал варіювання	ε	0,5	20	500	10

Для трифакторного експерименту використана трирівнева матриця оптимального плану Бокса (B_3) наведена в табл. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

Таблиця 2 - Трирівнева матриця оптимального плану Бокса другого порядку для трьох факторів (B_3)

№ досліду	Фактор			№ досліду	Фактор		
	x_1	x_2	x_3		x_1	x_2	x_3
1	-1	-1	-1	8	-1	0	0
2	1	-1	-1	9	1	0	0
3	-1	1	-1	10	0	-1	0
4	1	1	-1	11	0	1	0
5	-1	-1	1	12	0	0	-1
6	1	-1	1	13	0	0	1
7	1	1	1	14	0	0	0

Для визначення оптимальних параметрів та режимів роботи барабанної сушарки пташиного посліду, зокрема перевірки правильності одержаної розрахункової формули, яка визначає якісні показники барабанної сушарки екструдера з частками пташиного посліду. При сушці посліду витрати енергії на нагрівання робочого агенту, на його транспортування з обертанням залежить від конструктивних параметрів робочого органу (**B**, **L**, **α**), властивостей посліду (**h**).

При проведені експерименту спочатку визначаються характеристики корму **γ**. На барабанну сушарку встановлюють внутрішні лопаті з потрібним кроком гвинтової лінії. Потім завантажується бункер барабанної сушарки пташиного посліду, вмикається електричний мотор приводу вентилятору та нагрівальний елемент, після цього вмикається електричний мотор приводу барабану і виконується робочий прохід.

При цьому реєструються енергетичні параметри та продуктивність.

Отримані величини характеризують всі етапи процесів завантаження та сушіння.

Рівні і інтервали варіювання факторів при дослідженні впливу на продуктивність **Q** та енергоємність **E** процесу сушіння пташиного посліду, швидкість обертання барабану **n**, довжина барабану **L**, кут нахилу барабану **α**, швидкість обертання вентилятору **γ**, наведені в табл.2.1.

В процесі цих досліджень також визначаються якісні показники роботи, тобто додаткове подрібнення часток у процесі транспортування в залежності від швидкості обертання **n** барабану і його середньої довжини **L**.

При виконанні лабораторних і експериментальних досліджень для реєстрації вимірюваних величин використовувались прилади, розташовані на спеціальному стенді, встановлюваному біля лабораторної установки та біля сушарки пташиного посліду К-505 і з'єднані з ними за допомогою електричних кабелів та шлейфів.

При проведені лабораторних і експериментальних досліджень використовувались матеріали і зразки, отримані природнім шляхом, а саме відходи від життєдіяльності перепелів породи «Фараон», приймались параметри і режими роботи, які відповідають тим, що мають прийматися для барабанної сушарки, коефіцієнти геометричної, кінематичної та динамічної подібностей дорівнювалися одиницям, тому отримувані результати не вимагали перерахунків.

Результати запису, їх розшифровка і обробка виконувалась із допомогою вимірювального приладу К-505, одержуваний цифровий матеріал оброблявся на IBM PC з використанням програмного комплексу Statistica.

При дослідженнях прийнята трьохкратна повторюваність дослідів. Дані, отримані у результаті паралельних замірів, згідно центральній граничній теоремі, розподіляються по нормальному закону. Вони замінюються середнім арифметичним значенням, тобто найбільш імовірним значенням величини, що вимірюється. При неодноразовому вимірюванні якихось з величин отримані результати можуть викликати сумнів у їх достовірності, тому здійснюється перевірка гіпотез про грубі помилки та про випадковість вибірки за допомогою гіпотези виключення грубих помилок з використовуванням критерію Стьюдента і метода різниць.

При умові, що гіпотеза про випадковість вибірки відкидається, тобто вибірка невипадкова, що забезпечує з імовірністю 95% помилку менше трьох стандартів.

Застосування математичних методів, зокрема математичного планування у декілька разів зменшує число дослідів, дає змогу оцінити вплив факторів; одержати математичну модель процесу та визначити оптимальні умови його параметрів і режимів і т.ін. Поєднання цього із застосуванням електрообчислювальної техніки, яка отримала зараз широкого розповсюдження, дозволяє швидко обробляти результати і вносити

корективи в дослідження прямо в процесі їх виконання.

Для опису досліджуваного процесу в області оптимуму використовуються плани другого порядку, що дають можливість одержати функцію відгуку - математичну модель у вигляді полінома другого порядку. Найбільш економічним - дозволяючим одержати представлення про неї є варіювання факторів на двох рівнях.

Відтворюваність дослідів перевіряється по критерію Кохрена.

Коефіцієнти математичної моделі другого порядку розраховуються за допомогою ПЕОМ. Перевірка їх значимості виконується по критерію Стьюдента, а придатність отриманої математичної моделі, тобто її адекватність перевіряється за допомогою критерію Фишера.

Методика експериментальних досліджень екструдеру зерновмісних матеріалів

Для опису досліджуваного процесу в області оптимуму використовуються плани другого порядку, що дають можливість одержати функцію відгуку - математичну модель у вигляді полінома другого порядку за формулою 1

Кодування факторів виконується по формулі 2

Інтервали і рівні варіювання факторів при проведені лабораторних і експериментальних досліджень наведені в табл. 3.

Таблиця 3 - Рівні і інтервали варіювання факторів при дослідженнях

Рівні і інтервали варіювання	Кодоване значення	Фактори і їх позначення			
		Дисперсність посліду **l**, мм	Швидкість обертання шнеку **n,** об/хв	Середня вологість посліду **γ**, %	Відстань між витками шнеку **B**, мм
		X_1	X_2	X_3	X_4
Верхній рівень	+1	0,5	300	55	12
Основний рівень	0	1,0	600	60	17
Нижній рівень	-1	1,5	900	65	22
Інтервал варіювання	ε	0,5	300	5	5

Для трифакторного експерименту використана трирівнева матриця оптимального плану Бокса (B_3) наведена в табл.2.4

Для визначення оптимальних параметрів та режимів роботи екструдера пташиного посліду, зокрема перевірки правильності одержаної розрахункової формули, яка визначає зусилля взаємодії екструдера з частками пташиного посліду. При

ущільненні посліду момент сил на гвинті залежить від конструктивних параметрів робочого органу (**R**, **S**, **n**), властивостей посліду (**l**, **γ**).

Таблиця 4 - Трирівнева матриця оптимального плану Бокса другого порядку для трьох факторів (B_3)

№ досліду	Фактор			№ досліду	Фактор		
	x_1	x_2	x_3		x_1	x_2	x_3
1	-1	-1	-1	8	-1	0	0
2	1	-1	-1	9	1	0	0
3	-1	1	-1	10	0	-1	0
4	1	1	-1	11	0	1	0
5	-1	-1	1	12	0	0	-1
6	1	-1	1	13	0	0	1
7	1	1	1	14	0	0	0

При проведені експерименту спочатку визначаються характеристики корму **l**, **γ**. На екструдер пташиного посліду встановлюють гвинт з потрібним кроком та діаметром. Потім завантажується бункер екструдера пташиного посліду, вмикається електричний мотор-редуктор і виконується робочий прохід. При цьому реєструються енергетичні параметри та продуктивність.

Отримані величини характеризують всі етапи процесів завантаження та екструдування.

В процесі цих досліджень також визначаються якісні показники роботи, тобто додаткове подрібнення часток рослинної сировини у процесі перетирання в залежності від швидкості обертання **n** гвинтів і середньої довжини **l** часток закладеної маси.

При виконанні лабораторних і експериментальних досліджень для реєстрації вимірюваних величин використовувались прилади, розташовані на спеціальному стенді, встановлюваному біля лабораторної установки та біля екструдера пташиного посліду і з'єднані з ними за допомогою електричних кабелів та шлейфів.

Вимірювання та реєстрація потужності споживаної на екструдування застосовували К-505.

3. Взаємозв’язок передаточного відношення рульового механізму трактора та його робочої швидкості здійснювали шляхом моделювання на ЕОМ умов його функціонування у складі із просапним агрегатом. Математична модель досліджуваного процесу базувалася на положеннях теоретичної механіки та відпрацьовувалась залежно від збурюючих впливів і швидкості МТА за допомогою імітаційного моделювання.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Розробка технологій та технологічного обладнання відновлення елементів сільськогосподарської техніки при ремонті

1.1 Обґрунтування необхідної точності вимірювального інструмента для проведення дефектації

Ефективність експлуатації сільськогосподарської техніки в значній мірі визначається її технічним станом, який в свою чергу залежить від якісного технічного обслуговування і ремонту. Використання неякісної зношеної сільськогосподарської техніки збільшує потребу в запасних частинах, що негативно впливає на експлуатаційні витрати. Загострюється проблемами тим, що рівень браку запасних частин досягає 45%. При цьому, ресурс запасних частин не відповідає заданому, що призводить до збільшення експлуатаційних витрат. Забезпечення поставок якісних запасних частин є найважливішим етапом оновлення парку сільськогосподарських машин і, як наслідок, підвищення готовності машинно-тракторного парку.

Американський вчений Ф. У. Тейлор створив систему, яка поклала початок управління якістю окремих деталей. Дана система дозволяла розділити контрольовані продукти (деталі) на якісну і дефектну. Встановлено вимоги до якості деталей, яке визначалося або за допомогою кордонів полів допусків, або за допомогою двох типів калібрів - прохідних і не прохідних. З появою такої технології контролю почалося зародження стандартизації, як елемента управління якості продукції. Для технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки була розроблена комплексна система управління якістю машинобудівної продукції на станціях технічного обслуговування і ремонтних підприємствах агропромислового комплексу. Існуючі методи і засоби контролю якості деталей сільськогосподарської техніки вимагають підвищення точності і продуктивності в умовах технічного сервісу.

У 90% випадках причинами відмов вузлів і деталей сільськогосподарських машин є виробничі дефекти, також зміна розміру деталей є наслідком їх зносу. При нерівномірному зносі відбувається порушення геометричної форми робочих поверхонь деталі у вигляді овальності, конусності.

Деталь вважається придатною для подальшої експлуатації, якщо її знос не перевищує допустимих значень, зазначених у специфікаціях для перевірки та сортування.

На практиці зазвичай допустимий розмір без ремонту приймається рівним верхньому граничному розміру отвору та нижній межі для валу від тих, що зазначені на робочому кресленику.

Обов'язковою умовою використання деталей з допустимим зносом без відновлення у разі перевантаження є забезпечення належної точності при складанні спряжень за допомогою регулювання, індивідуального або групового підбору. Деталь не може повторно використовуватися без відновлення, якщо вона досягла граничного зносу.

Встановлення граничних зносів представляє певні труднощі. Для їх обґрунтування використовуються статичні дані по зносу деталей, аналіз роботи ремонтних підприємств, дані по зносу прототипів деталей або за результатами спеціальних досліджень.

Для вимірювання зносу деталей застосовують вимірювальний інструмент.

При дефектації деталей вимірювальним інструментом використовують такі методи вимірювання:

- *абсолютний,* коли прилад показує абсолютне значення вимірюваного параметра;
- *відносний* – відхилення вимірюваного параметра від встановленого розміру.

Шукане значення може відраховуватися безпосередньо по приладу (прямий метод) і за результатами вимірювання іншого параметра (непрямий метод). Наприклад, ротаметром, щоб встановити розмір отвору, треба застосовувати залежність між зазором і витратою повітря.

За кількістю вимірюваних параметрів методи управління поділяються на *диференціальні* та *комплексні.* У першому вимірюється значення кожного параметра, а в другому – загальна похибка окремих геометричних розмірів деталі.

Кожний вимірювальний інструмент або пристрій дає при вимірюванні якусь похибку, це призводить до того, що браковані деталі потрапляють до придатних, а придатні до бракованих. Таке явище небажано для виробництва, так як в першому випадку спотворюються посадки та погіршується робота спряжень, а по другому – збільшується брак, тобто і вартість виготовлення. Якщо використовувати більш точні засоби вимірювання, необґрунтовано зростають витрати на їх придбання та експлуатацію. Правильний вибір засобів вимірювання має велике значення.

Можливо користуватись номограмами для вибору засобів вимірювання отворів, валів (рис. 1), глибини або висоти.

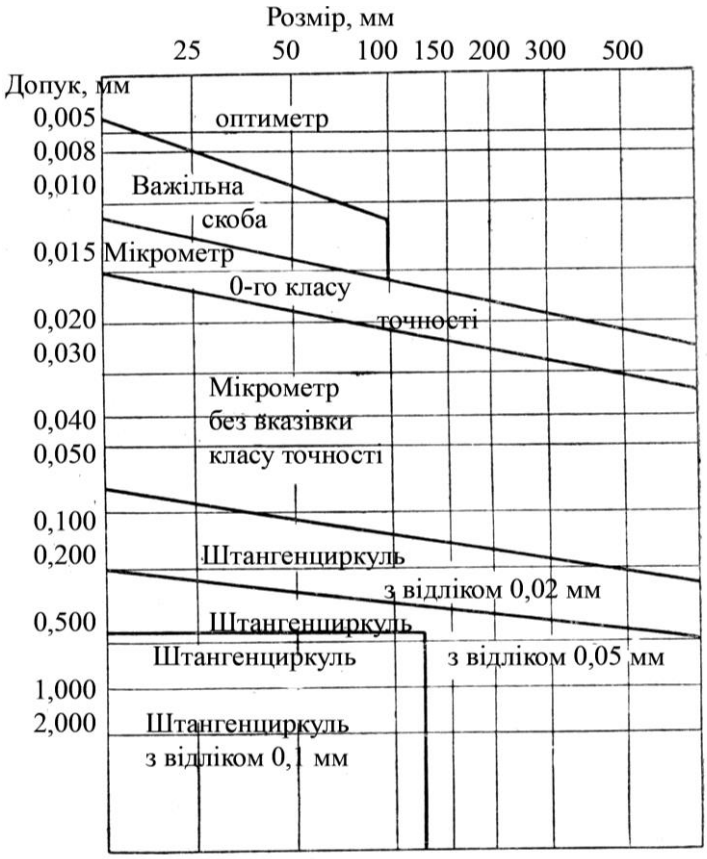


Рисунок 1 - Номограма для вибору засобів вимірювання валів

Для універсальних засобів вимірювання лінійних величин основною характеристикою є гранична похибка засобу вимірювання **Δlim=±3σ**.

За цією величиною здійснюється вибір універсальних засобів вимірювання необхідної точності.

Якщо при багаторазовому вимірювання однієї і тієї ж величини постійного розміру сумнівне значення результату виміру відрізняється від середнього значення більше, ніж на **±Δlim**, те з імовірністю **0,9973** воно є помилковим і його варто відкинути. Така похибка виміру називається грубою помилкою.

$$\Delta_{гр} > \Delta_{lim}, \qquad (3)$$

На практиці переважна більшість вимірювань проводяться одноразове. Це вимірювання на виробництві, у торгівлі, у побуті. Але через те що результат вимірювання є випадковим числом, отримане при одноразовому вимірюванні значення розміру не має змісту, якщо не вказати границь, у межах яких знаходиться вимірювана величина.

Виходячи з цього, необхідно твердо знати, що перш ніж проводити однократні вимірювання необхідно володіти апріорною інформацією.

Стосовно вимірювання лінійних і кутових розмірів ця інформація повинна містити знання величини похибки, що допускається **δ** і знання величини граничної похибки засобу вимірювання **Δlim**. Якщо гранична похибка засобу вимірювання буде

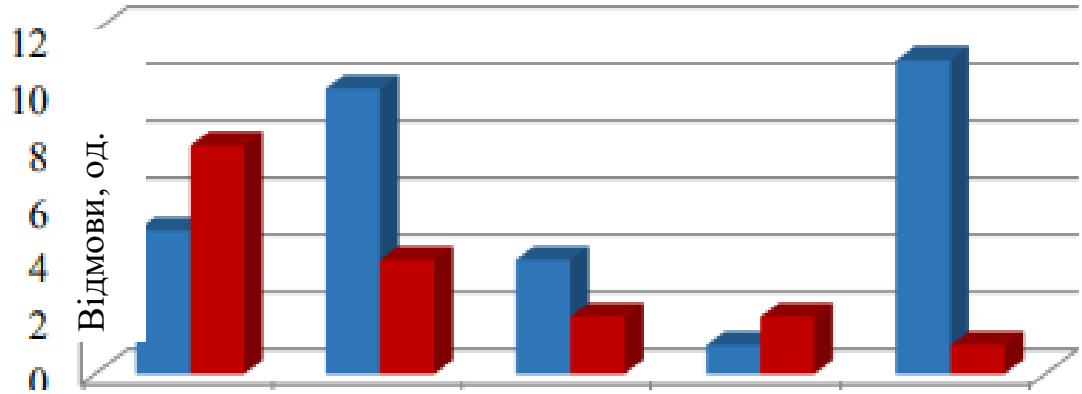
менше (або дорівнюватиме) похибці, що допускається, то однократне вимірювання забезпечить необхідну (з довірчою імовірністю 0,9973) точність вимірювання і взаємозамінність на складанні. Тобто, умова вибору універсального засобу вимірювання записується так:

$$\Delta lim \leq \delta, \qquad (4)$$

Допустимою називається похибка δ засобу вимірювання, що при контролі забезпечує взаємозамінність на складанні і регламентується стандартом для конкретного розміру і допуску на нього.

Цією методикою можливо скористатись при дефекації деталей в ремонтній майстерні ТОВ «Дніпро» Генічеського району Херсонської області.

Так дослідження машинно-тракторного парку ТОВ «Дніпро» Генічеського району Херсонської області показало наявність техніки як вітчизняного так і закордонного виробництва (рис. 2).



	Системи робочих органів	Трансмісії та ходової системи	Гідравлічної системи	Електро-облад-нання	Двигунів
Трактори	5	10	4	1	11
Комбайни	8	4	2	2	1

Рисунок 2 – Сумарна кількість відмов систем сільськогосподарської техніки

Виявлено, що найбільшу кількість відмов у гусеничних тракторів складають: двигунів – 6, трансмісії і ходової системи – 4. У колісних тракторів найбільше відбулося відмов трансмісії і ходової системи – 6. Комбайни в основному відмовляли через робочі органи – 8 відмов.

Аналізуючи протоколи дефектацій тракторів, перелік відмов та пошкоджень за період їх експлуатації, ми будемо брати деталі груп трансмісій тракторів як типи контрольованих деталей.

Найбільша кількість відмов тракторів відбувається в коробках передач кінцевого приводу через конструктивні недоліки та виробничі дефекти.

За результатами аналізу статистичних даних, виявлено, що основними несправностями, в результаті яких відбувається відбір бракованих деталей, є недотримання фізико-механічних властивостей матеріалу і недотримання їх геометричних розмірів. Вивчення причин невідповідності фізико-механічних властивостей деталей їх нормативної документації дозволило виділити наступні основні причини: недотримання технології виготовлення, економія на якості матеріалу, низька точність вимірювань приладами при дефектації.

Після перевірки фізико-механічних властивостей деталей сільськогосподарської техніки та їх сортування, небраковані деталі надсилаються для контролю геометричних параметрів.

Порушення виробництва з точки зору геометричних параметрів деталей також є важливою групою дефектів.

Наступна за важливістю група дефектів – недотримання геометричних параметрів. Виникнення таких дефектів може бути пов'язане як з недотриманням виробничого процесу, так і з пошкодженням технологічних засобів виробництва (машин) виробничих підприємств.

Дослідження деталей показали, що розбіжність між геометричними параметрами шліцевих з'єднань деталей типу валу призводить до їх швидкого зносу, внаслідок чого деталь незабаром вийде з ладу, що призводить до додаткових витрат на його заміну.

Для виявлення дефектів геометричних параметрів деталей важливо правильно підібрати вимірювальний інструмент, що можливо з використанням методик наведених вище.

2. Розробка технологій та технологічного обладнання для енерго- та ресурсозбереження в технологічних процесах АПК

2.1. Патентний пошук сучасних способів переробки посліду птахі

Далі наведено патенти, які присвячені способам переробки посліду птахів. Сучасні науковці пропонують нові (патент на винахід) або вдосконалюють раніше відомі (патент на корисну модель) технології утилізації органічних відходів птахівництва. Деякі з раніше відомих патентів стали прототипами для сучасних авторських рішень.

Короткий опис способів використання посліду птахів в країні (1996-2021 р.р.):

1. Спосіб одержання гранульованого пташиного посліду. Патент на винахід № 10226 А від 25.12.1996. Спосіб дозволяє забезпечити стабільну вологість одержуваних гранул, більш ефективне знезараження, підвищення щільності гранул, збільшення їх сипкості, регульована та більш повна доступність поживних речовин рослинам. Спосіб включає розпилення рідкого посліду, його сушіння і гранулювання, вихідний послід нормалізують до вологості від 75 до 95%, подрібнюють до отримання однорідної пульпи з розміром частинок 20-300 мкм, створюють псевдозріджений шар з твердих частинок посліду, а гранулювання і сушіння здійснюють одночасно при розпиленні пульпи, що має температуру 45-90°.

2. Спосіб компостування гною. Патент на винахід № 28471 А від 16.10.2000. У способі застосовуються вуглеамонійні солі (ВАС) в нормі 3-4% від маси гною, що компостується. Забезпечує прискорення процесу приготування компосту за рахунок поєднання анаеробного і аеробного процесів, підвищення якості гною за рахунок знешкодження насіння бур’янів, яке міститься у свіжому підстилковому гної. Зменшення терміну компостування гною дозволяє більш ефективно використовувати земельні ресурси за рахунок скорочення терміну вилучення з сівозміни земель, призначених для розміщення буртів гною, передбаченого санітарними і агротехнічними вимогами економить енергетичних ресурсів.

3. Спосіб одержання органо-мінерального добрива з пташиного посліду. Патент на винахід № 67567 А від 15.06.2004. Пташиний послід неперервно перемішують до отримання квазіоднорідної суміші. Очищують послід від пір'я, шкаралупи, каміння та інших домішок, розміри яких перевищують 1мм. Очищений пташиний послід вологістю 78мас. % беруть у кількості 73мас. %, додають 5мас. % гіпсу, та мінеральні добрива. Подрібнюють отриману масу до однорідної пульпи з розміром часток 30-450 мкм. та перемішують до повного розчинення мінеральних добрив. Сушка та гранулювання проводиться шляхом розпилення органомінеральної пульпи в псевдорідкий шар з температурою 55-90°.

4. Спосіб отримання органічного добрива з пташиного посліду. Патент на корисну модель № 12670 від 15.02.2006. Спосіб включає змішування пташиного посліду з наповнювачем та наступне компостування, яке відрізняється тим, що пташиний послід вологістю 90% змішують з наповнювачем у високообертовому змішувачі-аераторі при ваговому співвідношенні 1:3, а компостування проводять протягом 21 доби.

5. Спосіб виробляння добрива і/або кормової добавки з пташиного посліду. Патент на корисну модель № 16923 від 15.08.2006. Спосіб передбачає термічну обробку вихідної сировини теплоносієм у сушильній камері. Термічну обробку сировини ведуть у прямоточному з теплоносієм режимі, при цьому температура на початковому етапі термічної обробки сировини становить 800-1300°С.

6. Органо-мінеральне добриво пролонгованої дії та спосіб його одержання. Патент на винахід № 82653 від 12.05.2008. Добриво містить органічний компонент – пташиний послід, мінеральний компонент, а також цільову домішку – мідь сірчанокислу. Органічний компонент додатково містить свіжі або ферментовані вичавки: яблучні, томатні, плодові, ягідні, виноградні; мінеральний компонент – кременисті неглинисті сипкі агромінерали з вологоємністю не менше 50 %: трепел, діатоміт, опоку або їх суміші, у такому співвідношенні компонентів, мас. %: пташиний послід 30-40; мінеральний компонент 55-60; мідь сірчанокисла 1,5-2,0; вичавки 2,0-6,0.

7. Спосіб вермиком-постування підстилкового гною. Патент на корисну модель № 33219 від 10.06.2008. Спосіб включає пошарове нанесення вермикомпосту з вермикультурою, підстилкового гною, наповнювача, створення відповідних умов шляхом поливу та аерування. Шари матеріалів розміщені в сітчастих піддонах, які встановлюються один на одному, кожен сітчастий піддон з вермикультурою межує зверху або знизу з сітчастими піддонами відповідно з підстилковим гноєм з одного боку і піддоном з органічними і мінеральними наповнювачами з іншого боку, а після завершення переробки підстилкового гною сітчасті піддони з готовим вермикомпостом, виймаються, а на їх місце встановлюються піддони з підстилковим гноєм і піддони з органічними і мінеральними наповнювачами.

8. Спосіб переробки пташиного посліду методом вермикультивування. Патент на корисну модель № 34719 від 26.08.2008. Спосіб включає додавання перед ферментацією до пташиного посліду в певному співвідношенні (4 варіанта) солому, тирсу, торф, пісок, після закінчення ферментації заселення готового субстрату черв'яками.

9. Кормова добавка з курячого посліду для підвищення імунітету птиці. Патент на корисну модель № 46999 від 11.01.2010. Кормова добавка для підвищення імунітету птиці і прискорення її зростання, що містить екстраговані речовини, яка відрізняється тим, що для повного використання всіх складових курячого посліду, вона є рідкою сумішшю курячого посліду, води і рослинної олії в рівних вагових частинах.

10. Спосіб виробництва біогазу та органічних добрив при зброджуванні багатокомпонентного субстрату. Патент на винахід № 93789 від 10.03.2011. Спосіб включає процеси підготовки органічної сировини (відходи різних харчових, в т.ч. молочних, оліє-жирових підприємств, боєнь, гній, гноївка, послід, гліцерин тощо) подрібненням і змішуванням рідкої та подрібненої твердої фаз субстрату, подачу одержаного субстрату до горизонтального ферментера, послідовне анаеробне зброджування субстрату у горизонтальному ферментері, а потім у вертикальному ферментері з наступним накопиченням і зберіганням одержаногох біогазу в газгольдері перед очисткою й енергетичним використанням, а органічних добрив після ферментації - у вертикальному

сховищі перед внесенням на поля. Компоненти субстрату готують і піддають анаеробній ферментації диференційовано і таким чином, що тверду фазу органічної сировини в процесі підготовки піддають подрібненню і плющенню до часток не більше ніж 50 мм, і зберігають в анаеробних умовах при температурі від 4 до 24°С до зброджування у вертикальному ферментері.

11. Органо-мінеральне добриво та спосіб безперервного його виробництва. Патент на винахід № 93913 від 25.03.2011. Органо-мінеральне добриво містить курячий послід, носій органічного вуглецю, суперфосфат, калій хлористий, перліт, цеоліт, яке відрізняється тим, що додатково містить карбамід, амофос, суперфосфат у вигляді порошку, а співвідношення компонентів, мас. %: курячий послід 70-79; носій органічного вуглецю 7,8-9,4; суперфосфат у вигляді порошку 7,8-9,4; карбамід 1,0-1,2; амофос 0,6-0,7; калій хлористий 0,6-0,7; цеоліт 2,5-3,0;перліт 0,3-0,4. Спосіб безперервного виробництва вищезгаданого добрива, в якому змішують курячий послід та носій органічного вуглецю, додають суперфосфат для зв'язування азотних сполук, переміщують одержану компостну масу до компостного цеху, де за допомогою компостної машини формують бурт, продувають повітрям компостну масу в бурті, доводять температуру компостної маси до +65...+75 °С і перемішують. перед змішуванням курячого посліду з носієм органічного вуглецю, його подрібнюють, суперфосфат додають у вигляді порошку, співвідношення курячого посліду, органічного вуглецю та суперфосфату становить 8:1:1, компостну масу продувають повітрям протягом 5-7 діб, а одержане органічне добриво змішують із заздалегідь підготовленою сумішшю мінеральних добавок: карбаміду, амофосу, калію хлористого, цеоліту, перліту.

12. Спосіб одержання органо-мінерального добрива з пташиного посліду. Патент на корисну модель № 70314 від 11.06.2012. Спосіб включає змішування пташиного посліду з наповнювачем та наступну обробку протягом 21 доби. Як наповнювач використовують надлишковий активний мул і шлам хімводопідготовки ТЕЦ при наступному співвідношенні, ваг. %: пташиний послід – 76-88, надлишковий активний мул – 10-20, шлам хімводопідготовки ТЕЦ – 2-4, при цьому змішування здійснюють в диспергаторі, а наступну обробку проводять шляхом послідовних операцій анаеробного зброджування та центрифугування.

13. Спосіб переробки курячого посліду на підстилці. Патент на корисну модель № 81996 від 10.07.2013. Спосіб полягає в тому, що перед використанням в пташниках підстилкова солома подрібнюється до розмірів 10-40 мм, за час використання змішується та насичується послідом, отримана субстратна суміш вологістю 35-40 % обробляється в роторно-вихровій камері з одночасним зневодненням до вологості 15-18 % та структуризацією матеріалу до розмірів 6-8 мм.

14. Спосіб компостування органічних відходів. Патент на корисну модель № 94969 від 10.12.2014. Спосіб включає продувку об’єму органіки повітрям у герметизованій камері, зрошення маси речовини водою з додаванням у ній штамів аеробних мікроорганізмів. Додатково перед зрошенням проводять нагрівання маси органіки до температури порядку 40 °С з наступним відводом тепла з саморозігрітої маси за рахунок конвективної теплопередачі, а саму камеру теплоізолюють від навколишнього середовища.

15. Спосіб переробки пташиного посліду з отриман-ням орга-нічного добрива та біогазу. Патент на корисну модель № 96929 від 25.02.2015. Спосіб включає подачу пташиного посліду в біореактор з подальшою ферментацією та виділенням біогазу, розділення отриманої в результаті ферментації маси на тверду фракцію та фільтрат за допомогою механічних засобів, причому переважна частина фільтрату подається на вхід біореактора та змішується з пташиним послідом; змішування здійснюють у відокремленій зоні змішування з перемішуванням суміші та подальшою подачею суміші в зону ферментації, утворену за технологією "fixed film", та її перемішуванням; частина фільтрату, який подається в зону змішування, регулюється так чином, щоб вологість суміші фільтрату та пташиного посліду знаходилась в межах 86-92 %; суміш витримується перед подачею в зону ферментації за технологією "fixed film" не менше однієї доби при температурі не нижче 25 °С; періодичність подачі суміші не перевищує однієї доби, а маса одноразової порції подачі суміші не перевищує 9 % від загальної маси суміші в біореакторі; ферментація в зоні за технологією "fixed film" здійснюється при температурі від 40 °С до 50 °С; при чому періодичність подачі суміші з зони змішування в зону ферментації за технологією "fixed film" та маса одноразової суміші забезпечують час перебування суміші в біореакторі в межах 11…14 діб.

16. Спосіб компостування органічних відходів. Патент на корисну модель № 100991 від 25.08.2015. Спосіб містить визначення структури і вологості компонентів суміші, вмісту вуглецю і азоту в їх сухій речовині, балансування суміші за поживними речовинами, змішування, розпушування і компостування послідовно в мезофільному і термофільному температурних режимах з керованою аерацією суміші. Аерацію проводять газоповітряною сумішшю з концентрацією кисню 5-18 % в залежності від температурного режиму компостування з частковим поверненням азоту, тепла та вологи в органічні відходи за рахунок використання вихідної газоповітряної суміші.

17. Спосіб переробки пташиного посліду з отриманням органічного добрива та біогазу та біореактор для його реалізації. Патент на винахід № 111409 від 25.04.2016. Спосіб включає подачу пташиного посліду в біореактор з подальшою ферментацією та виділенням біогазу, розділення отриманої в результаті ферментації маси на тверду фракцію та фільтрат за допомогою механічних засобів, причому переважну частину

фільтрату подають на вхід біореактора та змішують з пташиним послідом, змішування здійснюють у відокремленій зоні змішування з перемішуванням суміші та подальшою подачею суміші в зону ферментації з іммобілізованою біоплівкою та її перемішуванням, при цьому частину фільтрату, який подається в зону змішування, регулюють таким чином, щоб вологість суміші фільтрату та пташиного посліду знаходилась в межах 86-92 %, а суміш витримують перед подачею її в зону ферментації з іммобілізованою біоплівкою не менше однієї доби при температурі не нижче 25 °С, при цьому періодичність подачі суміші не перевищує однієї доби, а маса одноразової порції подачі суміші не перевищує 9 % від загальної маси суміші в біореакторі.

18. Спосіб виробництва біокомпостних і вермикомпостних "чаїв". Патент на корисну модель № 106026 від 11.04.2016. Спосіб включає ферментацію в пластикових або металічних ємностях (обладнаних механізмами для аерації і перемішування) твердої фракції органічних добрив виготовлених методом біологічної ферментації ("Біопроферм" або "Біоактив") та методом вермикультивування (вермикомпост) в водному середовищі (без хлору) у співвідношенні від 1:10 до 1:20, при температурі води до 20 °С з аерацією і перемішуванням протягом 28-32 годин, для посилення росту мікроорганізмів в водну суспензію додають цукор або мелясу в кількості 0,3 кг на 100 л води, після закінчення аерації суспензію відстоюють, фільтрують і отриманий водний настій використовують для обприскування листової поверхні вегетуючих рослин або для прикореневого підживлення.

19. Спосіб одержання органічного добрива. Патент на винахід № 116047 від 25.01.2018. Спосіб, в якому курячий послід змішують з гідроксидами лужних металів загальної формули MeOH, де Me=K, Na, у кількості до 1-6 % від маси посліду до отримання значень pH 8,0-11,0. Потім отриману суміш змішують з цільовими добавками у вигляді суміші триосновних кислот - лимонної і борної і сушать при температурі 60-65 °С при перемішуванні з видаленням води до вмісту її у добриві до 20-25 %. Тех. результат: покращено якість органічного добрива за рахунок збільшення кількості калію у складі органічного добрива і збільшення розчинності поживних речовин посліду у воді для прискорення засвоєння їх рослинами.

20. Спосіб виробництва компосту. Патент на корисну модель № 136395 від 12.08.2019. Спосіб виробництва компосту на основі органічних відходів та рослинних матеріалів включає визначення вологості компонентів суміші, вмісту вуглецю і азоту в їх сухій речовині, балансування суміші за поживними речовинами, змішування і компостування. При визначенні масової частки вуглецю у рослинних матеріалах враховують вміст лігніну, а масу вуглецю визначають за математичною залежністю.

21. Спосіб виробництва палива з посліду птахів. Патент на корисну модель № 139646 від 10.01.2020. Спосіб включає подавання посліду за допомогою транспортера

до роторної камери, де відбувається його сушіння одночасно з процесом його подрібнення і знищення бактерій під впливом кінетичної енергії ротора за рахунок механічних відцентрових сил, тертя частинок посліду, відведення виділеної вологи та вивантажування готового продукту у вигляді порошку, в роторній камері здійснюють вплив на послід електромагнітного поля, ультрависоких відцентрових прискорень до 15000g при лінійній швидкості ротора 235 м/с, додаткове нагрівання посліду, а вивантаження готового продукту здійснюють за допомогою всмоктувальної аеросистеми.

22. Спосіб виробництва компосту. Патент на винахід № 123639 від 06.05.2021. Спосіб, який включає визначення вологості компонентів суміші, вмісту вуглецю і азоту в їх сухій речовині, балансування суміші за поживними речовинами, змішування і компостування, де при визначенні масової частки вуглецю у рослинних матеріалах враховують вміст лігніну, а масу вуглецю визначають за формулою. Балансування суміші здійснюють додаванням до органічних відходів рослинних матеріалів із масовим вмістом біологічно доступного вуглецю, що у 25 разів перевищує масовий вміст азоту у сухій речовині органічних відходів. Масу лігніну у зрілому компості визначають для кожної партії готового компосту, після чого уточнюють значення коефіцієнта, що враховує ступінь біорозкладання лігніну, та визначають масу біологічно доступного вуглецю для наступної партії компосту.

23. Спосіб виробництва гранульованого палива з посліду птахів. Патент на винахід № 124116 від 22.07.2021. Спосіб в якому здійснюють гранулювання посліду в роторній камері за допомогою поліфункціонального електромеханічного перетворювача з зовнішнім ротором вплив низькочастотного електромагнітного поля, ультрависоких відцентрових прискорень до 15000 g, нагрівання посліду до температури стерилізації. Здійснюють вивантаження порошку посліду за допомогою всмоктувальної аеросистеми з шибером і циклоном та нагнітальної аеросистеми поліфункціонального електромеханічного перетворювача, і послідуюче завантаження посліду птахів до електромеханічного шнекового гранулятора, в якому одночасно відбувається його перемішування, підігрів та транспортування до зони пресування, де при нагріванні і під дією низькочастотного магнітного поля, здійснюють пропарювання посліду і гранулюванню в режимі прохідного пресування. Далі виконують операції вивантаження і підсушування гранул потоком повітря, нагрітого за рахунок дисипативних складових енергії активних частин електромеханічного шнекового гранулятора.

24. Спосіб одержання органо-мінерального добрива з пташиного посліду. Патент на винахід № 124174 від 29.07.2021. Винахід стосується способу одержання органо-мінерального добрива з пташиного посліду, який включає отримання компостної суміші з пташиного посліду з носієм органічного вуглецю та з компонентом, який

зв'язує азотні сполуки, наступне проведення аеробної термофільної та мезофільної ферментації, де ферментацію компостної суміші здійснюють у зволоженому стані, при цьому термофільну стадію здійснюють додаванням у компостну суміш інокулятів, бактерій, а при стабілізації компосту суміш мікроорганізмів.

У кожному із наданих способів є видимі та приховані похибки, серед яких виділяється явне нераціональне і неекологічне використання посліду птахів:

- при компостуванні в бурти з використанням додаткових компонентів (солома, тирса, торф, шрот тощо) – тривалість процесу, забруднення навколишнього середовища;
- при компостуванні в купи з застосуванням додаткових компонентів (торф, солома, тирса тощо) – висока енергозатратність процесу, використання великих площ, втрата корисних елементів;
- при використанні заглиблених накопичувачів бетонних сховищ – утворення «озер з посліду», забруднення при порушенні їх герметичності;
- при складних технологіях сушіння посліду (вологістю 30-89 %) на органічне добриво – неекономічність;
- при застосуванні фільтрів для зневоднення посліду птахів –високі витрати на отримання сухого матеріалу;
- при термічному сушінні посліду – втрата корисних якостей у ґрунті активатора біохімічних процесів, термічна сушка дорога в експлуатації;
- у процесі прямого спалювання посліду – виділення токсинів у повітря, підвищений вихід золи від 5-15% завантаженої сировини;
- при виготовленні гранульованого палива – спорудження ліній з ряду складного енергоємного обладнання (сушка, грануляція, охолодження, просіювання, пакування);
- при утилізації посліду птахів методом біоферментації в спеціалізованих установках – органічне добриво є кінцевим продуктом;
- при вермікомпостуванні – досить тривалий за часом і порівняно трудомісткий спосіб переробки посліду, який вимагає технологічного доопрацювання;
- при піролізному отриманні газу – залишається більш отруйна субстанція, ніж послід, яка вимагає спеціального поховання;
- при виготовленні біогазу – фінансові затрати на спорудження комплексу, великі площі під ферментатор;
- при використанні з посліду кормової добавки – трудомісткий процес підготовки сировини, неприйнятне для масового використання.

Мабуть найважливішою проблемою у рослинництві і землеробстві є підвищення вмісту гумусу та відновлення корисної мікрофлори виснаженого ґрунту, а відтак і врожайності сільськогосподарських культур. Саме послід курей є одним з основних інструментів для досягнення цієї мети. Тому зрозумілим є обурення агрономів проти

альтернативних варіантів використання посліду, адже пропозиції з анаеробного процесу розкладання компонентів компосту для отримання біогазу, виробництва твердого палива, та його спалювання для отримання теплової та електричної енергії вже використовуються.

Вермикомпост, збагачений цінними бактеріями, отримують після повної переробки органічного матеріалу дощовими черв’яками. Такий спосіб переробки досить поширений в Америці, Європі, Азії, Австралії. Можна без перебільшення сказати, що дощовий черв'як – це добре налагоджене пристосування з переробки та збагачення ґрунту. Відходи птахівництва спочатку компостують звичайним способом, так як свіжий послід непридатний для вирощування черв’яків, через наявність у ньому аміаку та сечової кислоти. Цей спосіб може використовуватися переважно в теплий період року, оскільки оптимальна температура для розвитку черв'яків складає близько 22 °С. П’ять мільйонів черв'яків за добу здатні переробити близько 10 т посліду. З посліду отримують біогумус, який є цінним органічним добривом, що містить стимулятори росту рослин і використовується для поліпшення структури та відновлення природної родючості виснажених ґрунтів.

Рішення у вигляді компостування у біотряншеях пропонується компанією Salmet (Німеччина). Технологія передбачає наявність трьох бетонованих траншей, з боків кожної з яких розміщені рейкові шляхи для переміщення установки. У передню частину першої траншеї завантажується послід вологістю 70-75 %, яка має форму бурта заввишки 1,5-2 м із розрахунку 18 т (25 м^3) посліду щодня. Мобільний змішуючий агрегат повільно рухається рейками за заданою програмою, перемішує і створює умови для забезпечення проникнення кисню в органічну суміш. Цим досягається виникнення окиснення її фракцій з виділенням тепла, забезпечуються умови для зростання та прискореного розвитку мезо- та термофільних мікроорганізмів у загальній масі. За допомогою вивантажувального транспортера агрегат поступово переміщує органічну суміш до протилежного кінця траншеї. При цьому на початку траншеї звільняється місце для чергової порції посліду. Після повного заповнення першої траншеї установка переставляється на наступну траншею, після чого процес повторюється. Періодичність обробки у траншеях становить один раз на три дні. Щоденний вихід готового компосту – близько 6,3 т (9 м^3), протягом року така установка забезпечує виробництво 2300 т. органічних добрив.

Використання відходів птахівництва, тваринництва та рослинництва, а також вторинних ресурсів як альтернативних відновлюваних джерел теплової та електричної енергії давно є одним із найважливіших напрямів у енергетичній стратегії багатьох країн світу. Особлива увага приділяється розвитку технологій отримання біогазу. З 70-х років у Китаї почала діяти національна програма з видобутку біогазу і вже через 10

років у країні працювало понад 10 млн. фермерських біореакторів, які щороку робили 1,3 млрд. $м^3$ біогазу, що дозволило забезпечити теплом 35 млн. осіб. Крім малих фермерських установок, у Китаї працює 40 тис. великих та середніх біогазових станцій та 24 тис. біогазових очисних реакторів для обробки міських побутових відходів. 190 електростанцій працює на біогазі. Понад 60% всього автобусного парку країни, зокрема близько 80% у сільській місцевості, працюють на біогазових двигунах. Китай експортує біогаз і двигуни на йог основі більш ніж до 20 країн світу. Дуже інтенсивно біогазова галузь розвивається і в інших країнах Азії. Індія налічує близько трьох мільйонів біогазових установок різної продуктивності, в Непалі – близько 100 тис. біогазових установок.

За кордоном, а саме у Німеччині, Великій Британії і Нідерландах, успішно застосовують запатентовані технології біоконверсії в установках закритого типу. В 2014 р. у Великій Британії запущено перший завод з технологією попередньої обробки Xergi, яка дозволяє проводити анаеробне зброджування великої кількості посліду птахів (75 тис. т/рік пташиного посліду та рослинних відходів).

Фінська компанія «Дактор» спеціалізується на виробництві установок для утилізації курячого посліду. В даний час мільярди тон високоякісних органічних відходів (включаючи курячий послід, рибні відходи, відходи від м'ясного виробництва, пір'я тощо) не використовуються через те, що азот зупиняє виробництво біогазу і навантаження на навколишнє середовище. Технологія Ductor запобігає інгібування аміаку при виробництві біогазу. Запатентована мікробіологічна інноваційна технологія Ductor дозволяє усунути проблему, пов'язану з азотом, за рахунок переробки проблемних відходів у прибутковий продукт, придатний для вторинного використання. Наприклад, 20 тон курячого посліду дозволяють отримати 1 МВт електроенергії та 7 тон високоякісних органічних добрив.

На біогазовому паливі у Швеції працюють сотні автобусів та автомобілів. Завдяки біогазу потреби західноєвропейського тваринництва в паливі за останні 10 років скоротилися більш ніж на третину, причому біогазом опалюється не менше половини всіх птахофабрик. У Європі, в даний час, налічується понад 800 енергетичних комплексів, в тому числі 24 великих. Загалом в країнах ЄС за рахунок застосування біогазу щорічно намічено отримати додаткову енергію у розмірі 15 млн. тонн нафтового еквівалента. Активно розвивається біогазова галузь у ПАР, Австралії, Канаді, Японії та країнах Латинської Америки.

Відходи птахівництва в США та Англії, у тому числі і підстилка, широко використовують як паливо для обігріву приміщень та отримання електрики. В американських штатах з найбільшою концентрацією птиці (Меріленд, Делавер та Вірджинія) у 2001 р. у 600 пташниках було вирощено близько 540 млн. бройлерів, від

яких отримано приблизно 0,5-1,2 млн. т. підстилкового посліду. Майже 95 тис. т. посліду згодом було перероблено в паливні гранули (пелети), при цьому в них суттєво знижується вологість та знищуються різні патогени.

Технологія спалювання подрібненого посліду BPS (Biomass Processing System). Група канадських компаній HITEC Machinery пропонує технологію та комплект обладнання для переробки посліду птахів в сухе подрібнене паливо з подальшим спалюванням для отримання теплової та електричної енергії. Технологія BPS для спалювання подрібненого палива застосовується у США, Канаді, Японії, Кореї, Бразилії, Малайзії тощо. Підготовка посліду до спалювання в даній технології передбачає завантаження посліду з вологістю ~ 30 %, а на виході курячий послід містить 10-12 % вологи і перетворюється на порошок. Для спалювання використовуються пилові топки.

Наразі можливе використання посліду птахів різними відомими способами. Вчені Українського відділення ВНАП, стверджують, що з усіх численних технологій для середніх та великих птахофабрик може бути прийнятий лише єдиний спосіб – виробництво органічних добрив на основі посліду птахів. Аналіз матеріалу не дозволяє нам робити такі ж категоричні висловлювання, слід використовувати всі варіанти виробництва, в першу чергу добрива, але також і газу, тепла, пару, брикетів палива тощо, залежно від конкретних обставин та можливостей підприємств.

2.2. Експериментальні дослідження процесів сушіння та екструдування зерновмісних матеріалів

Експериментальні дані дослідного зразку сушарки барабанної (рис. 3) отримані при застосуванні математичних методів, зокрема математичного планування у декілька разів зменшує число дослідів, дає змогу оцінити роль впливаючих факторів; одержати математичну модель процесу і визначити оптимальні умови його параметрів та режимів і т. ін. Поєднання цього з застосуванням електрообчислювальної техніки, яка одержала зараз широкого розповсюдження, дозволяє швидко обробляти результати і вносити корективи в дослідження прямо в процесі їх виконання.

Результати отриманих даних представлені у табл. 5. Графічна інтерпретація отриманих даних наведена на рис. 4-6.

Рис. 3 – Експериментальні дослідження дослідного зразку сушарки барабанної.

Таблиця 5 – Результати досліджень пруктивності та енергоємності сушарки барабанної

№ п. п.	Довжина барабану ***L***, м	Швидкість обертання барабану **n,** об/хв	Швидкість обертання вентилятору $\mathbf{n_v}$, об/хв	Продуктивність ***Q***, кг/год.	Потужність ***N***, кВт	Енергоємність ***E***, кДж/кг
1	1	20	500	250.5	2.43	8.33
2	3	20	500	220.3	1.59	6.00
3	1	60	500	74.4	1.45	19.97
4	3	60	500	62.5	0.82	12.87
5	1	20	1500	165.3	2.03	11.96
6	3	20	1500	148.3	1.30	7.96
7	3	60	1500	230.4	1.85	7.71
8	1	40	1000	65.3	0.98	12.59
9	3	40	1000	160.2	1.52	8.78
10	2	20	1000	578.2	1.92	6.92
11	2	60	1000	234.3	1.24	5.50
12	2	40	500	74.3	1.09	13.10
13	2	40	1500	628.4	0.62	9.05
14	2	40	1000	165.8	1.59	8.20

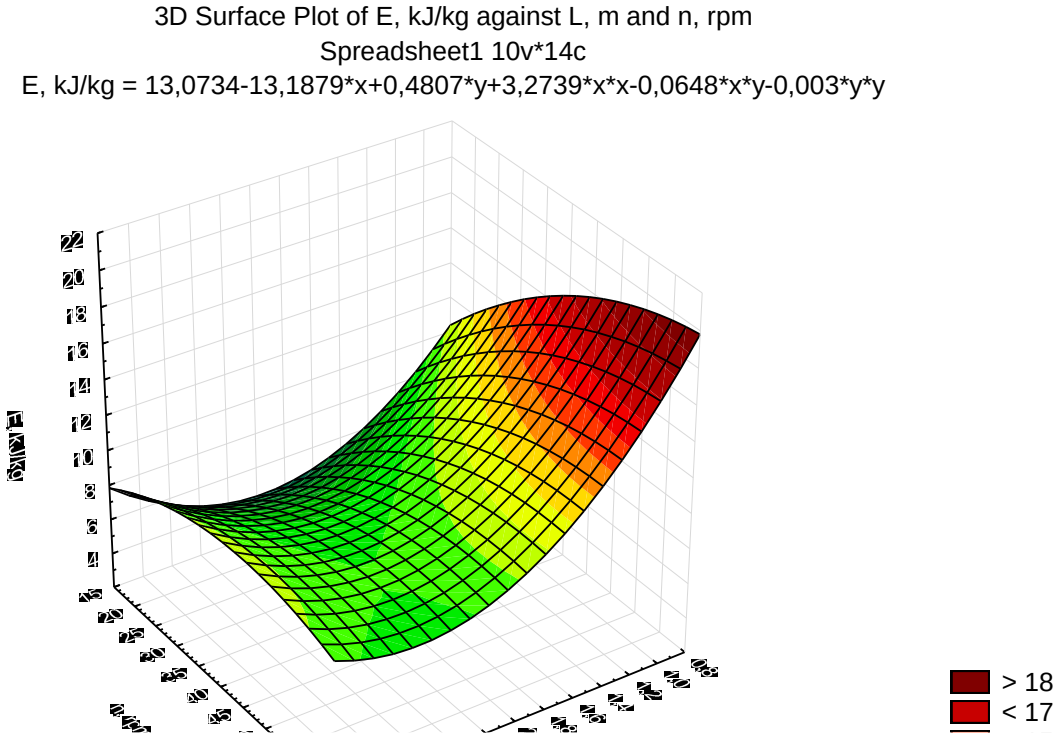


Рисунок 4 – Графічна інтерпретація залежності енергоємності процесу сушіння від довжини барабану та швидкості його обертання.

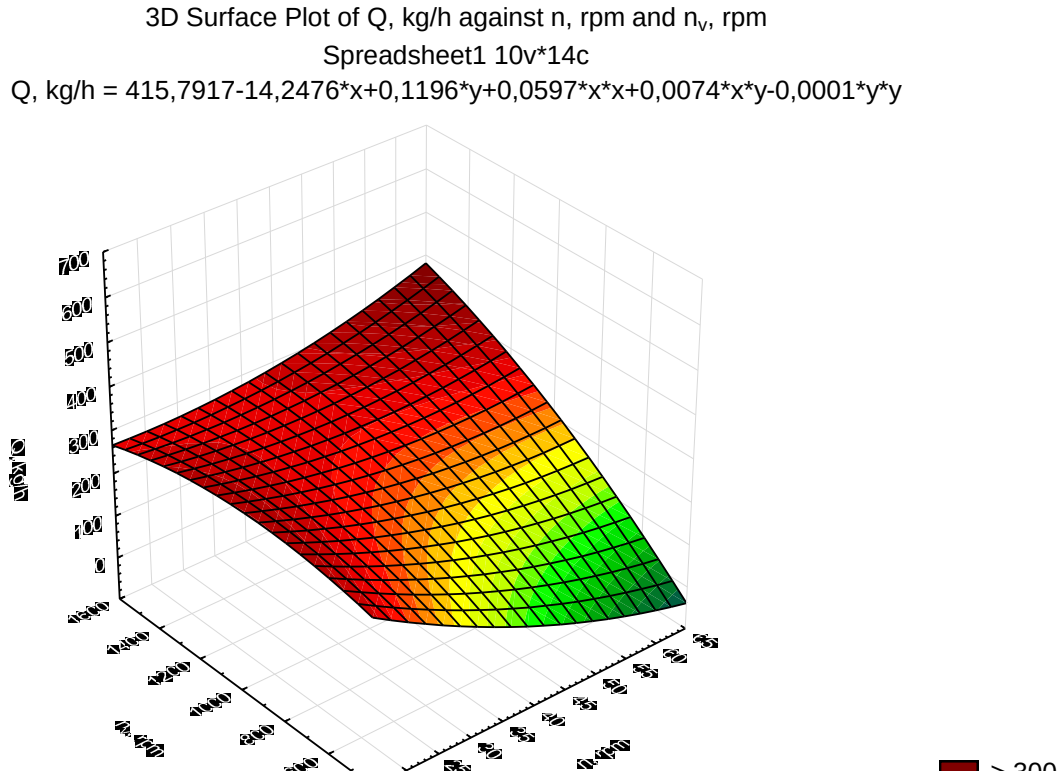


Рисунок 5 – Графічна інтерпретація залежності продуктивності процесу сушіння від швидкості вентилятора та швидкості його обертання.

Spreadsheet1 10v*14c
E, kJ/kg = 28,5936-8,4695*x-0,018*y+1,5111*x*x+0,0003*x*y+7,6042E-6*y*y

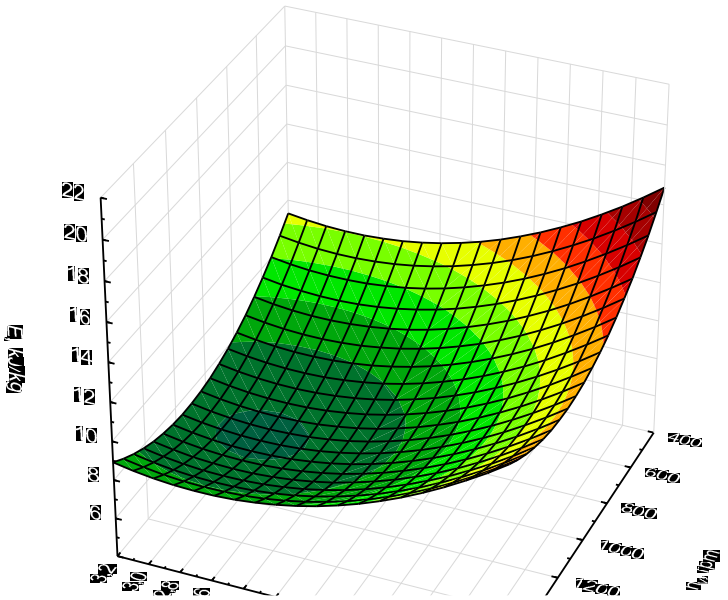


Рисунок 6 – Графічна інтерпретація залежності енергоємності процесу сушіння від швидкості вентилятора та довжини барабана.

Експериментальні дані дослідного зразку екструдера (рис. 7) отримані при застосуванні математичних методів, зокрема математичного планування у декілька разів зменшує число дослідів, дає змогу оцінити роль впливаючих факторів; одержати математичну модель процесу і визначити оптимальні умови його параметрів та режимів і т. ін.

Таблиця 6 – Результати експериментальних досліджень процесу екструдування пташиного посліду

№ п. п.	Дисперсність посліду **l**, мм	Швидкість обертання шнеку **n,** об/хв	Відстань між витками шнеку **B**, мм	Продуктивність ***Q***, кг/год.	Потужність ***N***, кВт	Енергоємність ***E***, кДж/кг
1	1,5	900	22	51.3	0.13	9.27
2	0,5	900	22	80.6	0.40	17.65
3	1,5	300	22	63.3	0.11	6.25
4	0,5	300	22	105.0	0.39	13.26
5	1,5	900	12	55.6	0.13	8.41
6	0,5	900	12	28.1	0.50	63.64
7	0,5	300	12	37.1	0.11	10.88
8	1,5	600	17	30.3	0.50	58.77

9	0,5	600	17	93.8	0.13	5.10
10	1,0	900	17	110.6	0.46	14.85
11	1,0	300	17	111.9	0.32	10.17
12	1,0	600	22	120.6	0.31	9.11
13	1,0	600	12	80.4	0.27	11.91
14	1,0	600	17	34.1	0.32	33.48

Поєднання цього з застосуванням електрообчислювальної техніки, яка одержала зараз широкого розповсюдження, дозволяє швидко обробляти результати і вносити корективи в дослідження прямо в процесі їх виконання.

Рисунок 7 – Експериментальні дослідження дослідного зразку сушарки барабанної

Результати отриманих даних представлені у табл. 6 Графічна інтерпретація отриманих даних наведена на рис. 8-10.

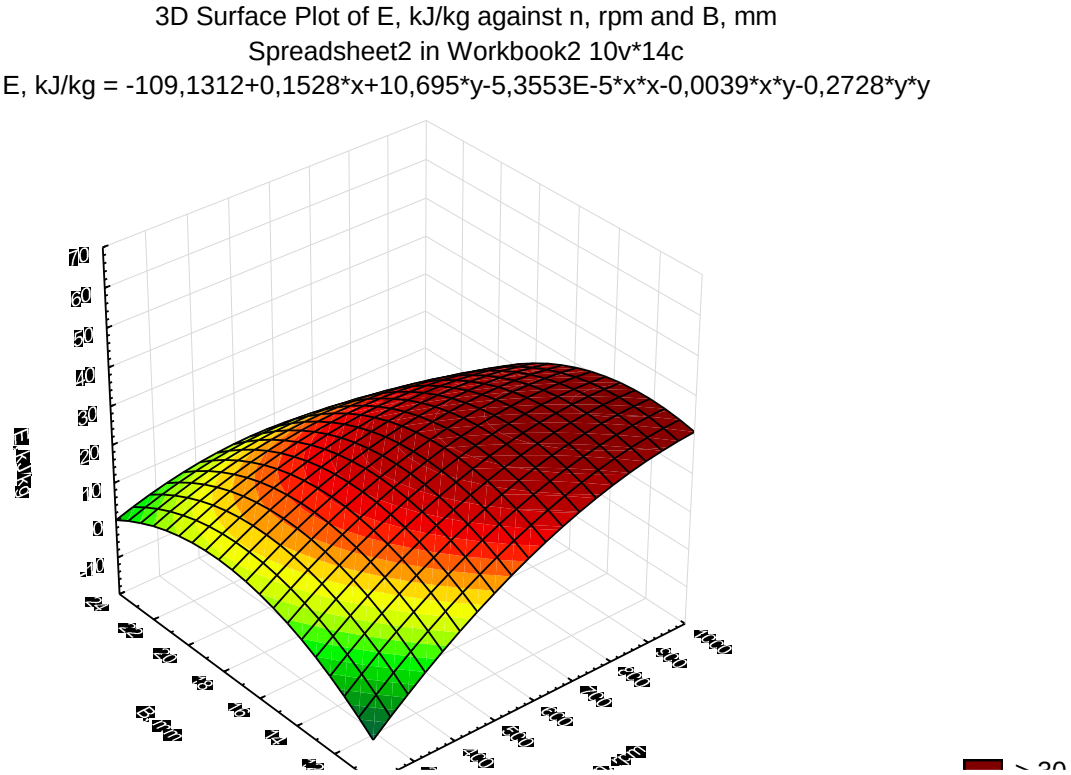


Рисунок 8 – Графічна інтерпретація залежності енергоємності процесу екструдування від відстані між витками та швидкістю обертання шнека

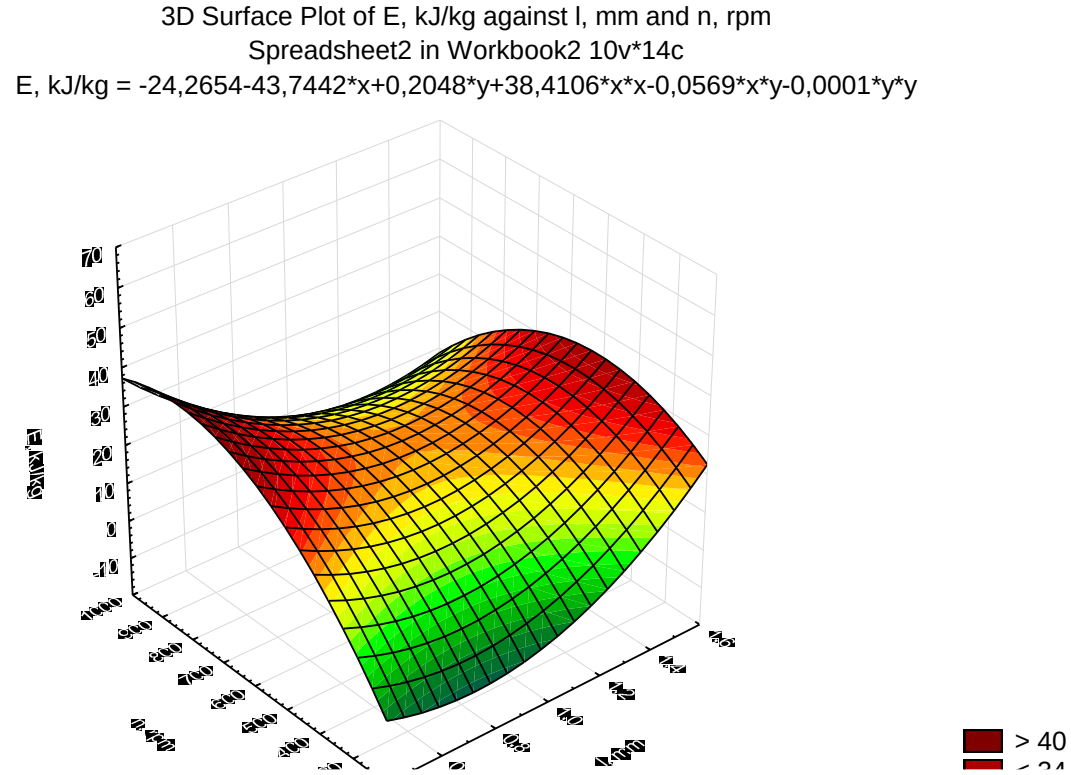


Рисунок 9 – Графічна інтерпретація залежності енергоємності процесу екструдування від розміру часток та швидкістю обертання шнека

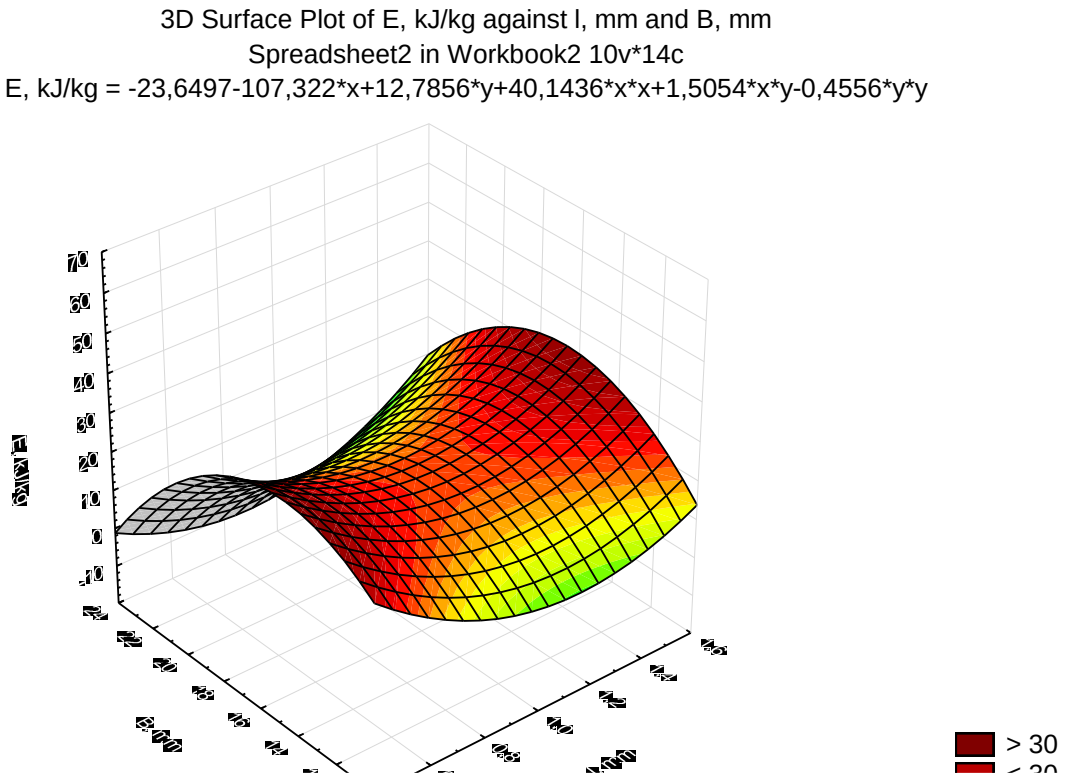


Рисунок 10 – Графічна інтерпретація залежності енергоємності процесу екструдування від відстані між витками та розміром часток.

2.3 Бізнес-план по вирощуванню перепелів яйценосного та бройлерного напряму

Резюме бізнес-плану

Ідея проекту	**Полягає в можливості налагодження** прибуткового бізнесу **з розведення перепелів задля продажу яєць та перепелиного м'яса й розширенні асортименту продукції на перспективу**
Основні види діяльності	Вирощування перепелів яйценосного та бройлерного напряму, реалізація харчових перепелиних яєць, м'яса, інкубаційних яєць та гранульованого посліду.
Перелік продукції	Продуктами проекту є: - **харчові перепелині яйця;** - **перепелине м'ясо;** - **гранульований послід**.
Ринок	*Споживачами* витупають **всі версти населення** незалежно від віку та статі. Реалізація здійснюється за попередньою домовленістю з продавцями на ринках міста, в магазини, кафе і ресторани. Основними *конкурентами* перепелиної продукції виступають

	фермери та володарі особистих підсобних господарств.
Основні маркетингові переваги	Перевагами, що забезпечує **конкурентоспроможність** продукції вважаємо **якість,** яка досягається за рахунок: - вирощування перепелів без застосування антибіотиків; - використання екологічно чистих кормів без додавання стимуляторів росту; - використання стартового корму та преміксів виробників, якість яких контролюється акредитованою лабораторією; наявність високоякісного обладнання, що забезпечує температурний та вологісний режим задля вирощування здорової птиці та забезпечення її високої продуктивності.
Відмінність бізнесу	**Повний цикл** відтворення стада перепелів з подальшою **переробкою посліду в гранули** за допомогою гранулятора (власна розробка). Використання гранул дозволить **перейти на альтернативні джерела енергії**, використовуючи **опалювальний котел власного виробництва**
Загальна вартість проекту, джерела фінансування	Для реалізації проекту розведення перепелів сума **інвестицій** становить **137,4 тис. грн**., у тому числі обсяг залучених інвестицій становить 120 тис. грн., **17,4 тис. грн. – власні кошти** підприємця. Основна частина залучених коштів необхідна для придбання обладнання для облаштування пташника, інкубатора, брудера та опалювального котла.
Основні показники ефективності проекту	- Середня собівартість 1 уп. яєць (20 шт.) – 8,31 грн.; - Собівартість виробництва 1 кг м’яса – 71,5 грн./кг; - Чистий прибуток проекту – 73,7 тис. грн./рік; - Рентабельність проекту – 42,8%; - Чиста сучасна вартість проекту – 19,74 тис. грн. - Дисконтований період окупності – 2,55 року - Індекс прибутковості – 1,14
Основні ризики проекту	Ризик втрат через захворювання перепелів; ризик втрати ринків збуту, ризик можливої втрати постачальників сировини для корму, зниження її якості, підвищення цін на сировину; вихід з ладу (поломка) обладнання пташника та автотранспорту; ризик аварійного вимкнення електроенергії; ризик втрати майна та грошових коштів через надзвичайні події

Робота по розробці бізнес-плану по вирощуванню перепелів яйценосного та бройлерного напряму виконувалась у відповідності з науково-технічною програмою ТДАТУ «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» (номер державної реєстрації 0121U110251).

Бізнес-план – є результатом науково-дослідної роботи за договором на створення науково-технічної продукції (НТП) від «26» квітня 2021 р. між Таврійським державним агротехнологічним університетом імені Дмитра Моторного та селянського фермерського господарства «Успіх».

3. Інноваційні шляхи забезпечення технічного сервісу аграрного виробництва

3.1 Математична модель процесу керування колісним трактором

Аналіз конструкцій рульових керувань колісних тракторів українського та зарубіжного виробництва показав, що в сільськогосподарських тракторах передбачено або фіксоване значення передаточного числа рульового механізму, або воно змінюється в незначних межах. Числові значення передаточного відношення рульового керування у різних фірм-виробників варіюються в діапазоні 12,0…30,0.

Встановлено, що найбільш суттєві фактори які впливають на керованість МТА є - швидкість руху, передаточне відношення рульового механізму, зовнішні збурюючі фактори, чутливість рульового керування, тип рульового керування, а також людський фактор.

Відомо, що у даний час використання натурних експериментів може відбуватися лише після того, як буде виконане їх апробація на різноманітних симуляторах. Це дозволяє заощадити кошти та час, а також виявити значну кількість недоробок на етапі проектування. Дуже важливою є розробка симуляторів, які б працювали в інтерактивному режимі. Особливо це стосується „людино-машинної” системи. Метою розробки такої системи є встановлення взаємозв’язку між керованістю машинно-тракторного агрегату з одного боку, умовами його руху, конструкцією і параметрами рульового управління – з іншого. Виходячи з зазначеного – моделюванню підлягає „людино-машинна” система, яка пов’язана з великою кількістю інформаційних, психологічних та фізичних процесів. Найбільш важливою та складною ланкою цієї системи є людина, тобто оператор. Це пояснюється тим, що йому необхідно слідкувати за зовнішніми умовами на дорозі та в полі, підтримувати роботу двигуна у оптимальному режимі, не дивлячись на те, що постійно змінюється швидкість та навантаження на робочі органи. Також необхідно слідкувати за робочими органами та пристроями керування МТА та вчасно виконувати корегуючи дії відповідно до технологічного процесу та зовнішніх умов. І, звісно, що додаткове психологічне та

фізичне навантаження водій отримує під час роботи у нічних умовах, на схилах і тим більше у горах.

Відомі намагання математичного опису поведінки людини, однак це пов'язано з невиправданими спрощеннями можливостей людини. Крім того, в сучасній, складній техніці використовуються комп'ютерні моделюючі комплекси та тренажери. З одного боку вони використовуються для тренування моторних навичок оператора, з іншого боку – широко використовуються для отримання оптимальних експлуатаційних показників систем керування та загальної оцінки можливостей нових типів систем керування.

Такий підхід дозволяє отримати достовірні оцінки керованості складних систем управління, синтезувати таку систему керування, яка відповідає можливостям людини-оператора та забезпечує високі показники керованості. Також можливо дослідити нетрадиційні рульові керування без виготовлення їх складних конструктивних моделей.

В основу побудови математичної моделі покладена двоточкова «велосипедна» модель. Тому для визначення положення об'єкта на площині необхідно знати дві точки або одну точку та курсовий кут.

Для побудови математичної моделі процесу руху МТА вздовж базової лінії прийняті наступні припущення:

– швидкість реакції водія-оператора МТА постійна, не залежить від погодних умов і не перевищує 2.5 с.;

– вплив таких факторів, як люфт у рульовому механізмі, зв'язок між еластичною шиною та дорожним покриттям, коливання бічної сили на осях МТА враховується комплексно у вигляді кута уводу δ, який генерується програмою та має нормальний закон розподілення.

Обмеження:

– швидкість МТА змінюється від 1 до 4 м/с (3,6 – 14,4 км/год);

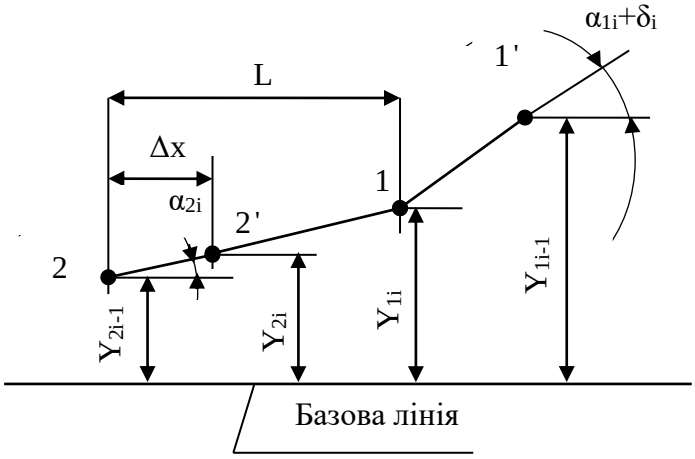
– передаточне відношення рульового механізму (традиційного рульового керуваня) дорівнює 19;

– передаточне відношення рульового механізму (експериментального варіанта) змінюється в автоматичному режимі від 2 до 19;

– збурюючі впливи зовнішніх факторів впливають на керуючі колеса та відхиляють їх від нейтрального положення в межах 0^0 - 5^0;

– початок формування даних буде відбуватися лище після того, коли МТА досягне технологічної швидкості руху.

Відповідно з цим, схема процесу керування МТА вздовж базової лінії буде мати наступний вигляд (рисунок 11).



L – довжина колісної бази трактора; α_1 – кут повороту передніх керуючих коліс; α_2 – поточне значення курсового кута; Y_1, Y_2 – поточне значення відхилень від базової лінії переднього та заднього коліс трактора відповідно; Δx – крок квантування моделі по переміщенню

Рисунок 11 – Схема переміщення МТА вздовж базової лінії

Наведена схема переміщення МТА вздовж базової лінії дає можливість розробити математичну модель рульового керування постійної чутливості.

У результаті отримуємо процес руху машинно-тракторного агрегату вздовж базової лінії під керуванням оператора, який можна описати за допомогою математичної моделі (5).

Дискретна математична модель традиційного рульового керування в даному випадку має вигляд:

$$\begin{cases} \alpha_{1i} = \dfrac{\alpha_i}{W}; \qquad \Delta x = V_i \cdot \Delta t; \\ \alpha_{2i} = \dfrac{\left(Y_{1i-1} - Y_2\right)}{L}; \\ Y_{1i} = Y_{1i-1} + \left(\alpha_{2i} + \alpha_{1i} + \delta_i\right) \cdot \Delta x; \\ Y_{2i} = Y_2 + \alpha_{2i} \cdot \Delta x \end{cases} \tag{5}$$

де V – швидкість руху МТА, м/с;

W – передаточне відношення рульового механізму;

Δt – крок квантування по часу (0,05 с);

δ – значення збурюючого кута уводу еластичних шин, рад.

Під час руху машинно-тракторний агрегат відхиляється від заданої траекторії внаслідок дії на нього зовнішніх збурюючих факторів. Це призводить до того, що оператору необхідно постійно виконувати корегуючі дії рульовим колесом.

При двохканальній схемі рульового керування передаточне відношення буде розраховуватися наступним чином:

$$W_i = W\left(1 + \frac{V}{V_0}\right), \tag{6}$$

де V_0 – рекомендована (агровимогами) швидкість руху МТА при виконанні сільськогосподарських операцій (const), м/с.

Для того, щоб провести дослідження математичної моделі був розроблений комп'ютерний імітатор, який дає змогу проводити віртуальний заїзд у інтерактивному режимі. При цьому також порівнювались результати процесу керування МТА із традиційним рульовим керуванням і адаптивним рульовим керуванням, тобто з перемінним передаточним відношенням рульового механізму.

Враховуючи рівняння (6), систему (5) можливо записати у наступному вигляді:

$$\begin{cases} \Delta x = V_i \cdot \Delta t; \\ W_i = W\left(1 + \frac{V_i}{V_0}\right); \\ \alpha_{1i} = \frac{\alpha_i}{W_i}; \\ \alpha_{2i} = \frac{\left(Y_{1i-1} - Y_2\right)}{L}; \\ Y_{1i} = Y_{1i-1} + \left(\alpha_{2i} + \alpha_{1i} + \delta_i\right) \cdot \Delta x; \\ Y_{2i} = Y_2 + \alpha_{2i} \cdot \Delta x. \end{cases} \tag{7}$$

Розроблене програмне забезпечення дає можливість безперервно проводити всі три етапи дослідження:

– введення даних;
– імітаційне моделювання;
– обробка результатів.

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтувана методика вибіру вимірювального інструмента необхідної точності для проведення дефектації, яка дозволяє зменшити отримання придатних до подальшої експлуатації деталей, як бракованих.

2. З патентного пошуку сучасних технологій переробки посліду птахів встановлено, що найкращою вважається закрита система переробки посліду. Отримані результати експериментальних досліджень по визначенню експлуатаційних показників робочих органів сушарки барабанної та екструдера зерновмісного матеріалу. Впровадженно бізнес-плану у виробництво дозволить налагодити прибутковий бізнес по вирощуванню перепелів яйценосного та бройлерного напряму.

3. Розроблена математична модель адаптивного рульового керування дає можливість за допомогою імітації збурюючих факторів, які впливають на прямолінійність руху МТА, кута його повороту та геометричних параметрів, а також швидкості руху отримувати показники процесу, які забезпечують дотримання всіх агротехнічних вимог щодо підрізання культурних рослин та якості підгортання. Наприклад, при появі збурюючих факторів, які виникають при міжрядній обробці кукурудзи, основний показник процесу – відхилення від прямолінійності складає 10 см при досягненні МТА максимальної технологічної швидкості V_{max}=4 м/с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дашивець Г. І., Паніна В. В., Бондар А. М. Вплив рівня виробничих ресурсів на якість ремонту машин/ Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. 10 с.

2. Дашивець Г. І., Паніна В. В. Наукова організація праці та виробництва як основа для розроблення планувальних рішень/ Сучасні проблеми землеробської механіки: Збірник тез доповідей XXII Міжн. наук. конф. Київ. Ніжин, 2021 С. 178-181.

3. Паніна В.В., Баришенський І.Г. Технічний сервіс сільськогосподарської техніки фермерських господарств/ Матеріали III Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» Мелітополь, 1-26 листопада 2021 р. 3 с.

4. Паніна В. В., В'юник О. В. Управління якістю продукції/ Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: Матеріали МНПК. Харків: ДБТУ, 2021. С. 220-222.

5. Дашивець Г.І., Паніна В.В. Аналіз причин порушень процесів технічного обслуговування і ремонту/ Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-26 листопада 2021 р.) / ТДАТУ. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 523-528

6. В. В. Дідур, Т. О. Кутковецька, О. В. В'юник, В. В. Паніна. Підвищення ефективності експлуатації меліоративних машин/ Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. 12 с.

7. Паніна В.В., В'юник О.В., Дашивець Г.І., Журавель Д.П. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання/ Навчально-методичний посібник до лабораторного практикуму для самостійної роботи. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 84 с.

8. Паніна В.В., В'юник О.В.,Дідур В.В. Методика проведення експерементів з оцінки зносу шестеренних насосів./ Матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 579 – 583.

9. В'юник О.В., Сірий І.С., Смєлов А.О. Програма та методика експериментальних досліджень зношування деталей шестеренних насосів/ Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання;Вип. 10, т. 2, 2020. 11с.

10. Болтянський О. В., Болтянська Н. І. Перспективи застосування ресурсозберігаючих технологій в аграрному секторі. Сучасні проблеми землеробської механіки: Збірник тез доповідей XXII Міжн. наук. конф. Київ. Ніжин, 2021 С. 175-178.

11. Комар А. С. Основні способи переробки перепелиного посліду в органічне добриво. Сучасні проблеми землеробської механіки: Збірник тез доповідей XXII Міжн. наук. конф. (16–18 жовтня 2021 року) Київ. Ніжин, 2021 С. 76-79.

12. Комар А.С. Щодо утилізації органічних відходів тваринництва. Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали II Всеукраїн. наук.-практ. Інтернет-конференції. (04-18 жовтня 2021 року) Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 74-76.

13. Комар А. С. Цінне органічне добриво з відходів птахівництва та рослинництва. Науковий прогрес у тваринництві та птахівництві: матеріали XV Ювілейної Всеукр. наук.-практ. конф. (26-27 серпня 2021 р.). Харків: ІТ НААН, 2021. С. 60-63.

14. Комар А.С. Спалювати чи не спалювати пташиний послід? Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва: Тези VII Міжн. наук.-практ. конф. (27-28 травня 2021 р.) Умань: УНУС, 2021. С. 29-32.

15. Комар А. С. Утилізація відходів птахівництва в Україні. Інноваційні технології в АПК: матер. VII Всеукраїнської науково-практичної конференції. (20-21 травня 2021 р.) Луцьк: Луцький НТУ. 2021. С. 62-64.

16. Комар А. С. Сучасні методи переробки пташиного посліду. Обуховські читання: Зб. тез XYI Міжнародної науково-практичної конференції (30 березня 2021 р.) К.: НУБіП України, 2021. С. 104-108.

17. Комар А.С. Сучасні запатентовані способи переробки посліду птахів. Науковий вісник ТДАТУ: електронне наукове фахове видання. – ТДАТУ, 2021. – Вип. 11, том 2.

18. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Болтянська Н. І. Напрямки енергозбереження у тваринництві. Сучасні проблеми землеробської механіки: Збірник тез доповідей XXII Міжн. наук. конф. Київ. Ніжин, 2021 С. 86-89.

19. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Порівняльна характеристика термічних методів переробки пташиного посліду. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2.

20. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Григоренко С.М. Технічні рішення щодо сушіння пташиного посліду. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2.

21. Григоренко С.М., Скляр Р. В. Адаптивні методи утилізації відходів птахівництва. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1.

22. Скляр Р.В. Потенціал вироблення енергії з відходів сільського господарства. Обуховські читання: Зб. тез доп. XYI Міжн. наук.-техн. конф. К.: НУБіП, 2021. С. 147-150.

23. Скляр Р.В., Гузь О.О. Аналіз вимог до технологій підготування пташиного посліду до використання. Крамаровські читання: Зб. тез VII Міжнародної науково-технічної конференції (20-21 лютого 2020 р) К.: Видавничий центр НУБіП України, 2021. С. 206-209.

24. Boltianska N., Skliar R., Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «Multidisciplinary research». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431-433.

25. Скляр Р.В., Болтянская Н.И., Серебрякова Н.Г. Исследование тепловых процессов в ферментаторах для обработки органических отходов.Сб. научн. ст. Межд. научно-практ. конф. (Минск, 26–27 ноября 2020 года) Минск: БГАТУ, 2020. С. 232-234

26. Комар А. С., Мілько Д. О. Доцільність використання паливних брикетів з відходів сільськогосподарського виробництва. Мат. VIII Всеукр. наук.- техн. конф. «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» ННЦ «ІМЕСГ». 2020. С. 68–71.

27. Ратніков Є. М., Мілько Д. О. Методика експерементальних досліджень процесу екструдування кормових компонентів з метою збільшення їх засвоюваності. Мат. І Міжн. науково-практичної конференції. ТДАТУ, 2020. С. 223-225.

28. Ратніков Є.М., Мілько Д.О. Екологічна необхідність і економічна доцільність переробки пташиного посліду. Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція, смт Глеваха Київської області – м. Київ, Україна, 2-27 грудня 2019 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2020. С. 99-102.

29. Болтянський Б.В., Болтянська Н.І., Дереза С.В., Григоренко С.М., Комар А.С. Досвід кафедри ТСТТ з вирощування перепелів. Щомісячний науково-практичний журнал «Тваринництво сьогодні», №4. – Київ, 2018. – С.38-45.

30. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О., Комар А.С. Розведення перепелів – родинний бізнес. Щомісячний науково-практичний журнал «Тваринництво сьогодні», №5. – Київ, 2018. – С.37-43.

31. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О., Скляр Р.В., Григоренко С.М., Комар А.С. Обґрунтування оптимального раціону годівлі перепелів. Щомісячний науково-практичний журнал «Тваринництво сьогодні», №7. – Київ, 2018. – С.38-42.

32. Болтянський Б.В., Скляр О.Г., Скляр Р.В., Болтянська Н.І., Болтянська Л.О., Дереза С.В., Комар А.С. Створення «живої» лабораторії в умовах аграрного вищого навчального закладу. Тези доповіді на III Міжнародному науковому конгресі молодих

вчених Європи / The Third International scientific congress of scientists of Europe. Proceedings of the III International Scientific Forum of Scientists "East–West" (January 11, 2019). Premier Publishing s.r.o. Vienna. 2019. – С. 235-243. ISBN 978-3-903197-91-6.

33. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Проблеми розвитку галузі тваринництва в Україні. Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств: матеріали IX Міжнародної науково-практичної щорічної інтернет-конференції. Проблематика 2020 р.: «Світові тенденції розвитку агропромислового виробництва» (Львів, 25-27 червня). – Львів: Ліга-Прес, 2020. - С. 97-100.

34. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Управління відходами тваринництва – справа вигідна! Матеріали XII-ої науково-практичної конференції «Меліорація та водовикористання. Функціонування техніко-технологічних систем» / Укладачі: С.І. Мовчан, С.О. Ісаченко, О.О. Дереза. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, ФОП «Ландар С.М.», Мелітополь, 2020. – С.44-48.

35. Коноваленко А.С., Болтянська Л.О., Трачова Д.М. Болтянський Б.В. та ін. Бізнес ідея – перепелина ферма! Від ідеї до власної справи: Навчальний посібник / А.С. Коноваленко, Л.О. Болтянська, Д.М. Трачова та ін. – Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2017. – 278 с.

36. Болтянський Б.В. Скляр О.Г., Скляр Р.В., Болтянська Н.І., Дереза С.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві. Підручник для здобувачів вищої освіти закладів вищої освіти. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. – 404 с., іл.

37. Коноваленко А.С., Болтянська Л.О., Трачова Д.М., Куліш Т.В., Болтянський Б.В., Дереза С.В. та ін. Довідник для підприємців. Навчальний посібник. – Мелітополь: Люкс, 2020. – 88 с.

38. Дидур В. А., Бондарь А. Н. Методика имитационного моделирования процесса управления колесной машиной в интерактивном режиме / Костанайский инженерно-экономический университет. Костанай, 2013. Вип. 1(46) С. 79-85.

39. Пат. 36231 Україна, МКИ^7 B62D1/18. Система гідрооб’ємного рульового керування з постійною чутливістю / В. О. Петров, М. М. Луб’яний, А. В. Петров, А. М. Бондар та ін. (Україна). - № 200800229; заявл. 01.04.08; опубл. 27.10.08, Бюл. №20.

40. Пат. 34001 Україна, МКИ^7 B62D1/18. Двоканальне рульове керування транспортного засобу з підсилювачем/ В. О. Петров, М. М. Луб’яний, А. В. Петров, А. М. Бондар та ін. (Україна). - № 200801763; заявл. 11.02.08; опубл. 25.07.08, Бюл. №14.

41. Пат. № 56213 Україна, МКИ^7 B62D1/18. Спосіб керування транспортним засобом/ А. М. Бондар, А. В. Петров, В. О. Петров, М. М. Луб’яний. (Україна). - № 201006247; заявл. 25.05.10; опубл. 10.01.11, Бюл. №1.

42. Пат. на твір №48695, Україна. Симулятор руху машинно-тракторного агрегату (МТА): комп'ютерна програма / А. М. Бондар, А. В. Петров; ТДАТУ – К. : Державна служба інтел. власності України. – 2013.10.04.

43. Патент України на корисну модель № 146117 МПК B 62D 1/18. Тактильне рульове керування транспортного засобу з GPS-корекцією напрямком руху / А.М. Бондар, Петров В.О., Д. П. Журавель, Дашивець Г.І. - № U 2020 05305. Дата публікації відомостей про видачу патенту 20.01.2021, бюл. №3.