

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Розробка конструкції змішувача для приготування кормових сумішей»

КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»
ступеня вищої освіти бакалавр
групи 133ГМбд_32[2](стн (Зр.))
Сухно Святослав
Керівник: старший викладач
СКОРЯК Юлія

Полтава – 2026 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Освітньо-професійна програма *«Машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва»*
Спеціальність 133 *«Галузеве машинобудування»*
Ступінь вищої освіти *бакалавр*

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри механічної
та електричної інженерії,**

канд. техн. наук, доцент

Станіслав ПОПОВ
03 грудня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

СУХНО Святослав

1. Тема роботи: «Розробка конструкції змішувача для приготування кормових сумішей»
керівник роботи **старший викладач СКОРЯК Юлія**
затверджено засіданням кафедри, протокол №9 від 03 грудня 2025 р.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – 01 червня 2026 р.
3. Вихідні дані до роботи: наукові публікації, стандарти та нормативні документи з питань розробки змішувачів кормових сумішей; матеріали сучасних досліджень процесів змішування кормових компонентів; технічні характеристики існуючих моделей змішувачів та показники їх роботи; довідкові матеріали з розрахунку робочих органів, приводу та основних конструктивних елементів; дані щодо фізико-механічних властивостей компонентів кормових сумішей та вимоги до надійності, енергоефективності й безпеки обладнання.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Розділ 1. Загальний
Розділ 2. Технологічний
Розділ 3. Конструкторський
Розділ 4. Економіка, охорона праці та навколишнього середовища

5. Перелік графічного матеріалу: складальний кресленик (кресленик загального виду) змішувача для приготування кормових сумішей; складальний кресленик вузла, що виноситься на розгляд і входить до складу машини (робочого органу або приводу).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Власне ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Практична реалізація розробок	Володимир ДУДНИК, доцент кафедри механічної та електричної інженерії		
	Інна МИКОЛЕНКО, професор кафедри економіки та публічного управління		
	Павло ПИСАРЕНКО, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля		

7. Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір і затвердження теми роботи	03.12.2025 р.	
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	03.12.2025 р. – 14.12.2025 р.	
3	Опрацювання літературних джерел	18.12.2025 р. – 29.12.2025 р.	
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	04.01.2026 р. – 29.01.2026 р.	
5	Виконання розділів роботи	03.02.2026 р. – 16.04.2026 р.	
6	Оформлення тексту роботи	03.02.2026 р. – 16.04.2026 р.	
7	Попередній захист роботи на кафедрі	20.04.2026 р.	
8	Нормалізаційний контроль	24.04.2026 р.	
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	27.04.2026 р. – 07.05.2026 р.	
10	Захист кваліфікаційної роботи	08.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Святослав СУХНО
(підпис)

Керівник роботи _____ Юлія СКОРЯК
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить текстову частину, графічні матеріали, 6 таблиць, 11 рисунків та список використаних джерел

Об'єкт розробки – процес приготування кормових сумішей для тваринництва.

Предмет розробки – конструкція шнекового змішувача кормів та параметри його роботи.

Постановка актуальної технічної задачі підвищення ефективності процесу змішування кормових компонентів, покращення однорідності готової суміші та зниження енерговитрат під час приготування кормів.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – розробити конструкцію змішувача для приготування кормових сумішей, яка забезпечує підвищення якості змішування та продуктивності технологічного процесу.

Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра – полягає у можливості використання розробленої конструкції змішувача на тваринницьких підприємствах для підвищення ефективності приготування кормів і зниження експлуатаційних витрат.

У загальному розділі проведено аналіз існуючих потоково-технологічних ліній кормоцехів, розглянуто класифікацію змішувачів кормів, їх конструктивні особливості, переваги та недоліки, а також виконано аналіз сучасних конструкцій робочих органів змішувачів.

У технологічному розділі обґрунтовано добовий раціон годівлі ВРХ, виконано розрахунки технологічних ліній подачі грубих, соковитих та концентрованих кормів, визначено склад і режими роботи обладнання кормоцеху.

У конструкторському розділі обґрунтовано конструкцію шнекового змішувача кормів, наведено принцип його роботи та виконано розрахунок основних конструктивних і технологічних параметрів машини.

					КРБ.133ГМбд_32[2] 35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

У розділі економіки, охорони праці та навколишнього середовища проведено економічне обґрунтування запропонованої конструкції, визначено показники її ефективності, а також розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці та охорони навколишнього середовища.

Практичні результати роботи – розроблено конструкцію шнекового змішувача кормів продуктивністю 2,8 т/год та визначено його основні технічні параметри.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – результати роботи можуть бути використані при проектуванні, модернізації та вдосконаленні обладнання для приготування кормових сумішей у господарствах різних форм власності.

Сфера застосування результатів роботи – тваринницькі комплекси, фермерські господарства, кормоцехи та підприємства агропромислового комплексу.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагиат за допомогою сервісу Unicheck: унікальність тексту –

АНОТАЦІЯ¹

У кваліфікаційній роботі розроблено конструкцію шнекового змішувача для приготування кормових сумішей, обґрунтовано його конструктивні параметри та виконано технологічні розрахунки кормоцеху. Запропоноване технічне рішення забезпечує підвищення якості змішування кормових компонентів і ефективності процесу кормоприготування.

КОРМОВА СУМІШ, ЗМІШУВАЧ КОРМІВ, ШНЕКОВИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, КОРМОЦЕХ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ, МЕХАНІЗАЦІЯ ТВАРИННИЦТВА.

					КРБ.133ГМбд_32[2].33.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ЗМІСТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНИЙ	8
1.1 Огляд існуючих рішень ПТЛ приготування кормів в кормоцехах	8
1.2 Аналіз обладнання для приготування кормових сумішей	15
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ	23
2.1 Розрахунок параметрів металізованого потокового виробництва	23
2.2 Обґрунтування добового раціону годівлі тварин. Розрахунок ліній подачі кормів	24
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	30
3.1 Обґрунтування конструкції розробки змішувача кормів	30
3.2 Розрахунок конструктивних і технологічних параметрів змішувача кормів	33
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	37
4.1 ЕКОНОМІКА	37
4.2 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	43
ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	49

						КРБ_133ГМбд_32[2].35.00.00.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сухно С.			Розробка конструкції змішувача для приготування кормових сумішей	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Скоряк Ю.				5	48	
Н. Контр.		Скоряк Ю.			ПДАУ, 2026			
Затверд.		Попов С.						

ВСТУП

Одним із ключових факторів зниження собівартості та зростання конкурентоспроможності тваринницької продукції є забезпечення поголів'я та птиці високоякісними раціонами. Корми мають бути чітко збалансованими за вмістом поживних елементів, вітамінів і мікроелементів відповідно до планових показників продуктивності [1, 2].

Основу таких раціонів становлять премікси – спеціальні концентрати, що створюються шляхом точного дозування та однорідного змішування вітамінно-амінокислотних комплексів, мікроелементів та наповнювача. Збагачення концентрованих кормів цими добавками дає змогу підвищити рівень їх засвоєння на 20-25%, водночас скорочуючи питомі витрати кормів на одиницю готової продукції майже на 20% [2-5]. Такий підхід є базою для максимальної реалізації генетичного потенціалу сучасних порід і кросів.

Проте ефективність годівлі залежить не лише від складу, а й від технології підготовки кормів, зокрема від механічного подрібнення грубих кормів. Цей процес збільшує сумарну площу поверхні часток, що інтенсифікує травлення та покращує засвоюваність поживних речовин. Згідно з відомчими нормами технологічного проектування кормоцехів, оптимальний розмір частинок грубих кормів для корів становить 10–50 мм, для молодняка ВРХ – 10-20 мм, а для свиню – 20-50 мм. Необхідний ступінь подрібнення обирається з огляду на подальші операції (змішування, запарювання чи хімічну обробку).

Максимізувати ефективність цих технологічних процесів дозволяє впровадження автоматизованих систем керування. Автоматизація роботи окремого обладнання чи цілих ліній гарантує їх безперебійне функціонування за номінальних режимів завантаження, підвищує продуктивність і зменшує потребу в ручній праці.

В умовах сучасної організаційно-технологічної модернізації тваринницьких підприємств особливої актуальності набуває вдосконалення

					КРБ.133ГМбд_32[2]35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

наявного обладнання. Пріоритетними напрямками тут є зниження вартості проектування і виробництва, а також широке впровадження стандартних та уніфікованих вузлів і деталей.

					КРБ.133ГМбд_32[2]39.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Огляд існуючих рішень ПТЛ приготування кормів в кормоцехах

Кормоприготувальний цех (кормоцех) у структурі тваринницького підприємства виконує функцію технологічного підготовки компонентів раціону до згодовування. Основними виробничими процесами в межах цього комплексу є первинне оброблення, подрібнення та гомогенізація різних видів сировини з метою отримання повнораціонних збалансованих кормових сумішей. Залежно від зоотехнічних вимог, готові суміші збагачують вітамінними комплексами, мінеральними добавками та есенціальними мікроелементами. Виробдження оптимізованих за всіма показниками якісних характеристик кормосумішей забезпечує зниження питомих витрат корму на 10-50% при збереженні (або підвищенні) базового рівня продуктивності поголів'я. При проектуванні та розробці технологічних схем приготування сумішей ключове значення має просторове розміщення складських приміщень, методи заготівлі й консервації, а також вихідні якісні показники сировинної бази [3, 5].

Аналіз сучасного стану механізації процесів приготування кормів дозволяє розглянути наявні потоково-технологічні лінії (ПТЛ). Одним із базових зразків обладнання, що реалізує потокову схему виробництва повнораціонних кормових сумішей, є кормоцех серії УТТ 801-000/229 (рис. 1.1). Функціональне призначення цього комплексу полягає у забезпеченні збалансованим кормом усіх статевих-вікових груп тварин на підприємствах із розведення великої рогатої худоби [6, 8].

Реалізація технологічного процесу відбувається за чітко визначеною схемою. Силос, сінаж та грубі кормові компоненти транспортуються за допомогою мобільних роздавачів типу КТУ-10 до спеціалізованого навісу для стеблової маси. Буряковий жом, що надходить до виробничої зони,

						КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			8

розвантажуються у приблоковане сховище, звідки за допомогою системи транспортерів переміщується на збірний стрічковий конвеєр.

1 – конвеєр коренеплодів ТК-5Б; 2 – подрібнювач-мийка ІКМ-5; 3 – дозувальний пристрій коренебульбоплодів; 4 – дозатор стеблових кормів; 5 – змішувач меляси СМ-1,7; 6 – живильник концентрованих кормів; 8 – збірний стрічковий конвеєр; 9 – електромагнітний сепаратор; 10 – подрібнювач-змішувач; 11 – скребковий конвеєр ТС-40М.

Рисунок 1.1 – Технологічно-конструктивна схема кормоцеху

Доставка концентрованих кормів здійснюється автосамоскидами з подальшим завантаженням у приймальний бункер живильника ІК-6. З цього вузла сировина похилим транспортером спрямовується до дозувального пристрою, після чого надходить на загальний конвеєр збору компонентів раціону.

Транспортування коренебульбоплодів до безпосереднього місця оброблення здійснюється автосамоскидним транспортом. Сировина вивантажується в приймальний бункер живильника ТК-5Б, звідки за допомогою конвеєрної системи подається у накопичувальну ємність

					КРБ.133ГМбд_32[2] 55.00.00.000	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подрібнювача для подальшої очистки (миття) та фракційного подрібнення. Очищена та подрібнена кормова маса надходить до дозувального пристрою, який забезпечує її рівномірне вивантаження на загальний збірний транспортер.

Усі компоненти раціону за допомогою збірного стрічкового конвеєра надходять до подрібнювача-змішувача ІС-30, куди одночасно дозується збагачувальний розчин. Приготована однорідна маса за допомогою похилого конвеєра ТС-40М вивантажується в мобільні кормороздавачі КТУ-10 або подається безпосередньо на стаціонарну лінію роздавання кормів.

Порівняльний аналіз показує, що кормоцех серії УП 801-000/30 (рис. 1.2), розрахований на обслуговування ферм великої рогатої худоби (ВРХ) потужністю 800-1200 корів, характеризується високою продуктивністю порівняно з базовою модифікацією [4, 13]. Основними компонентами для виробництва повнораціонних кормосумішей у цьому комплексі є грубий корм, сінаж, силос або буряковий жом, концентровані корми, коренебульбоплоди, а також рідка суміш м'яси з карбамідом та мікродобавками.

Технологічний маршрут руху сировини організовано таким чином. Грубі корми та сінаж доставляють до виробничої зони тракторними прицепами і розвантажують під навісом поруч із бункерами-дозаторами КПП-10 (або модифікацій 46, 15). За допомогою навантажувача ПСК-10 сировину завантажують у приймальні бункери-живильники вказаних дозувальних установок, звідси вона переміщується на стрічковий конвеєр збору компонентів [8].

Силос і жом подаються у систему через бункер-живильник КП-10. Доставка концентрованих кормів здійснюється автосамоскидами до приймального вузла конвеєра ІК-5.0, де їх вивантажують у завальну яму. З ями сировина похилим конвеєром транспортується до дозатора концентрованих кормів типу ДТ. Аналогічно, коренеплоди розвантажуються в завальну яму, що інтегрована з конвеєрною установкою ТК-5Б.

										КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
											10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

1 – живильник-дозатор КПГ-10 (або 46); 2 – стрічковий конвеєр; 3 – приймальний живильник кормів КП-10; 4 – конвеєр коренеплодів ТК-5Б; 5 – подрібнювач-мийка ІКМ-5; 6 – бункер-живильник ТК-5; 7 – дозатор концентрованих кормів ДТ; 8 – збірний стрічковий конвеєр; 9 – змішувач м'яси СМ-1; 10 – ваговимірювальний пристрій; 11 – подрібнювач-змішувач ІС-30; 12 – скребковий конвеєр ТС-40М

Рисунок 1.2 – Технологічно-конструктивна схема кормоцеху для ферми ВРХ потужністю 800-1200 корів (ТП 801-000/30)

На рис. 1.3 наведено конструктивно-технологічну схему кормоцеху, що застосовується на підприємствах комплексів із виробництва молока потужністю 800-1200 корів, а також на відгодівельних майданчиках ємністю 3000-5000 голів молодняку. Даний кормоприготувальний комплекс функціонує за принципом циклічної (періодичної) дії. Його конструктивну основу становлять змонтовані на тензOMETричних датчиках (вагах) змішувачі кормів СКС-Ф-10, які забезпечують автоматизоване дозування компонентів кормосумішей відповідно до заданої програми [4, 12].

					КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1, 2, 3 – живильні і дозатори кормів; 4 – конвеєр коренеплодів ТК-5,0Б; 5 – подрібнювач-каменевловлювач ІКМ-Ф-10; 6, 9 – скребкові конвеєри ТС-40М; 7 – змішувач-запарник кормів С-12; 8 – вивантажувальний шнек ІПС-40М; 10 – роздільний конвеєр; 11 – похилий конвеєр; 13, 14 – змішувачі кормів СКС-Ф-10; 15 – товарні ваги РЧ-100Ш13; 16 – скребковий конвеєр ТСК-25; 17 – змішувач меляси СМ-1,7; 18 – бункери сухих кормів БСК-10; 19 – стрічковий конвеєр.

Рисунок 1.3 – Конструктивно-технологічна схема кормоцеху на базі змішувача СКС-Ф-10

Відповідно до конструктивно-технологічної схеми приготування кормів (рис. 1.1), функціонування комплексу забезпечується роботою таких спеціалізованих ліній: силосу та сінажу; сіна й соломи; коренеплодів; концентрованих кормів; рідких добавок, а також лінії змішування та видачі готової кормосуміші.

Технологічний процес оброблення сировини реалізується в кілька етапів. Грубі та соковиті корми транспортуються зі сховищ автомобільним

					КРБ.133ГМбд_32[2]35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

транспорт до приймального відділення, де завантажуються в живильники-дозатори ПДК-Ф-12, після чого стрічковими конвеєрами РК-50 спрямовуються до змішувача кормів СКС-Ф-10. Паралельно з цим, коренеплоди надходять до приймального бункера ТК-5Б, звідки переміщуються у подрібнювач-класифікатор ІКМ-Ф-10 для очищення та подрібнення. Очищена маса конвеєром ТС-40М подається на похилий конвеєр РК-50.05, який безпосередньо завантажує її до основного змішувача [5, 8].

Лінія концентрованих кормів забезпечує подачу сухої сировини у бункер БСК-10, з якого вона за допомогою гвинтового конвеєра (шнека) дозується у змішувач. Рідкі компоненти та розчини готуються в технологічній ємності змішувача СМ-1,7, тоді як мінеральні добавки попередньо зважуються на товарних вагах ГП-100Ш13. Після завершення циклу підготовки рідкий збагачувальний розчин під тиском транспортується трубопровідною системою до загального змішувача. Стримана в результаті гомогенізації повнорационна кормова суміш за допомогою системи скребкових конвеєрів ТС-40М відвантажується в мобільні або стаціонарні кормороздавачі.

Модернізований комплект обладнання кормоцеху серії КОРК-15А-9 представлений на рис. 1.4 [7]. До складу цього комплексу входять такі потокові технологічні лінії (ПТЛ): дозування та подачі грубих кормів; транспортування силосу й сінажу; накопичення, дозування, подрібнення та дозованої подачі коренеплодів; акумулювання і дозованого надання концентрованих кормів; приймання та подачі рідких живильних розчинів, а також приймання і внесення мінеральних добавок.

Реалізація технологічного процесу приготування кормосумішей відбувається за чітко визначеною послідовністю. Солома у тюках або рulloнах завантажується на приймальний лоток лінії ЛПС-3 для здійснення попереднього подрібнення, після чого стеблова маса спрямовується на збірний конвеєр лінії змішування. Силос із транспортних засобів вивантажується на

					КРБ.133ГМбд_32[2]33.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

приймальний пристрій живильника силосу і за аналогічним до соломи маршрутом подається на лінію збору компонентів.

1, 2 – живильники силосу та соломи ПС-Ф-6А; 3, 12 – живильники коренеплодів і жому КОРК-15.70.11; 4 – конвеєр-дозатор КОРК-15.70.12; 5 – збірний конвеєр КОРК-15.70.02.01; 6, 7 – бункер-дозатор коренеплодів КОРК-15.70.12; 8 – подрібнювач-каменевловлювач ІКМ-Ф-10; 9 – подрібнювач-змішувач ІСК-3; 10 – конвеєр КОРК-15.70.13; 11 – бункер-дозатор концентрованих кормів КОРК-15.70.01.10; 13 – завантажувальний шнек КОРК-15.70.01.3; 14 – дозатор рідини; 15 – шафа керування лінії рідких добавок; 16 – змішувач кормових добавок КОРК-15.70.01.10; 17 – резервуар для меляси КОРК-15.70.01.6; 18 – відстійник меляси; 19 – шафа керування подрібнювача-каменевловлювача ІКМ-Ф-10; 20 – загальна шафа керування кормоцеху

Рисунок 1.4 – Конструктивно-технологічна схема кормоцеху КОРК-15А-9

Буряковий жом, що доставляється на підприємство, розвантажується на лоток живильника коренеплодів і жому. Із цього вузла сировина конвеєром у

					КРБ.133ГМбд_32[2]35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

дозованій кількості надходить на загальний збірний конвеєр. Водночас коренеплоди подаються конвеєрною системою до подрібнювача-каменевловлювача ІКМ-Ф-10, де здійснюється їхнє очищення (миття) та фракційне подрібнення. Очищена й подрібнена маса акумулюється в бункері-дозаторі, з якого рівномірно переміщується на збірний конвеєр.

Забезпечення лінії концентрованих кормів реалізується за допомогою завантажувача ЗСК-10, який подає суху сировину в бункери-дозатори. Звідти компоненти конвеєром спрямовуються до подрібнювача-змішувача ІСК-3А. У цьому агрегаті відбувається фінальне змішування всіх інгредієнтів раціону до гомогенного стану, після чого готова повнораціонна кормосуміш вивантажується в мобільні транспортні засоби.

1.2 Аналіз обладнання для приготування кормових сумішей

Класифікація змішувачів кормів.

Залежно від характеру роботи та конструктивного виконання, обладнання для змішування ділять на такі групи:

- За режимом роботи: періодичної (порційні) та безперервної дії.

За робочим органом: шнекові (гвинтові), лопатеві, барабанні, пропелерні.

- За розташуванням робочого органу: вертикальні та горизонтальні.

- За агрегатним станом корму: для сухих, вологих або рідких сумішей.

Змішувачі вертикального типу призначені переважно для сухих сипких компонентів. Вони користуються великою популярністю на невеликих фермах завдяки простоті конструкції та низькому енергоспоживанню.

Принцип роботи: Компоненти завантажуються у конічний бункер звідки вертикальний шнек піднімає їх вгору. На виході зі шнекової труби корм розсипається по всій площі бункера. Завдяки багаторазовому циркуляційному кругообігу досягається змішування.

					КРБ.133ГМбд_32[2]33.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Рисунок 1.5 – Загальний вигляд змішувача вертикального типу

Переваги: низька ціна, мале споживання електроенергії, можливість комбінування з пневматичними дробарками (самовсмоктування), простота обслуговування.

Недоліки: тривалий час змішування, неможливість роботи з вологими або в'язкими компонентами, ризик розшарування суміші за тривалого процесу.

Машина горизонтального типу є більш універсальними та потужними. Вони використовуються у складі кормоцехів для приготування як сухих, так і вологих чи густих сумішей (наприклад, із додаванням жому, силосу, меляси).

Принцип роботи: У коритоподібному корпусі на горизонтальному валу встановлені лопаті (або зустрічні шнекові стрічки). Під час обертання вала лопаті перемішують масу у поздовжньому та радіальному напрямках, створюючи зустрічні потоки матеріалу [7, 8].

Переваги: висока якість та швидкість змішування (3-5 хв), можливість внесення рідких та вологих добавок, висока продуктивність.

					КРБ.133ГМбд_32[2] 65.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Недоліки: висока енергоємність процесу, складніша конструкція приводу та ущільнення вала, вища металомісткість та вартість.

Рисунок 1.6 – Загальний вигляд горизонтального лопатерого змішувача

					КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Конструкція дозатора-змішувача, запропоновану відомими вченими, представлено на рис 1.7. Пристрій складається з циліндричного кожуха 1, спіралі 2 та опор 3. Також змішувач оснащений приймальним вікном 4 і приводним шківом 5, на маточині якого із зовнішнього боку зафіксовано спіраль 2. Вкладиш 6 встановлений нерухомо відносно корпусу та розміщений всередині маточини приводного шківа з можливістю вільного обертання останнього. Конструкція включає видатковий бункер 7 із перегородкою 8 [7].

Перегородку змонтовано в площині вільного торця циліндричного вкладиша так, щоб контур її фігурної виїмки збігався з проекцією лінії внутрішнього кола перерізу кожуха на площину його поперечного перерізу.

1 – циліндричний кожух, 2 – спіраль, 3 – опори, 4 – приймальне вікно, 5 – приводний шків, 6 – вкладиш, 7 – видатковий бункер, 8 – перегородка

Рисунок 1.7 – Дозатор-змішувач

Пристрій працює за таким принципом. Компоненти суміші, завантажені у відсіки витратного бункера, під дією власної ваги (гравітаційним способом) через приймальне вікно 4 кожуха надходять на обертову спіраль і

					КРБ.133ГМбд_32[2]33.00.00.000	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переміщуються вздовж нього. При цьому під першим відсіком бункера, всередині спіралі, за допомогою циліндричного вкладиша резервується об'єм для наступного компонента відповідно до його об'ємної частки в суміші. Перший компонент, що захоплюється спіраллю, витісняється за межі першого відсіку витратного бункера чітко відповідно до заданої дози.

Нерухомий вкладиш забезпечує повне спорожнення об'ємної порції першого компонента завдяки взаємній рухливості поверхонь спіралі та вкладиша. Під другим відсіком бункера перший компонент змішується з другим, після чого готова суміш транспортується до вивантажувального вікна.

Основними недоліками цього дозатора-змішувача є обмежений діапазон регулювання продуктивності агрегату, а також ризик злежування матеріалу та утворення склепінь (зависання) компонентів суміші в горловині й бункері.

Альтернативним рішенням є змішувач, розроблений у Гомельському політехнічному інституті (автори – Палій О. І. та Хребтов А. В.) [2, 3]. Його основним робочим органом є спіраль, яка здійснює складний просторовий рух. Конструкцію цього змішувача наведено на рис. 1.8.

Конструкція змішувача містить корпус 1 із завантажувальним 2 та резантажувальним 3 підрубками, а також робочий орган 4, виконаний у вигляді тороїдальної спіралі. Кінці 5 і 6 спіралі жорстко зафіксовані по периферії торців основного 7 і додаткового 8 валів, які з'єднані з приводами обертання. Всередині робочого органа 4 вільно розміщені пружні елементи 9, кінці яких сполучені з валами 7 і 8. При цьому вал 7 оснащений механізмом осьового переміщення однієї зі сторін пружних елементів 9. Цей механізм переміщення кінців пружних елементів 9, зібраних у пакет 10, утворений встановленим у валу 7 допоміжним валом 11, що має можливість повздовжнього зсуву та спільного з ним обертання. Осьове переміщення вала 11 забезпечується за допомогою його шпонкового з'єднання з валом 7, а також змонтованих на його кінці обмежувального диска 12 і ролика 13, на який спирається диск [7, 9].

					КРБ.133ГМбд_32[2]33.00.00.000	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 – корпус, 2 – завантажувальний патрубок, 3 – розвантажувальний патрубок, 4 – робочий орган, 5,6 – кінці спіралі, 7 – основний вал, 8 – додатковий вал, 9 – пружні елементи, 10 – пакет, 11 – допоміжний вал, 12 – обмежувальний диск, 13 – ролик

Рисунок 1.8 – Змішувач кормів

Пристрій працює за таким принципом. Матеріали, які необхідно змішати, подаються через патрубок 2 всередину корпусу 1. Одночасно приводяться в рух привід валів 7 і 8, а також ролик 13. Завдяки взаємодії поверхні обмежувального диска 12 із роликом 13, допоміжний вал здійснює зворотно-поступальний рух уздовж вертикальної осі. Разом із ним аналогічно переміщуються й кінці пружних елементів 9, що викликає періодичну зміну відстані між витками спірального робочого органа 4.

Під час взаємодії з компонентами суміші робочий орган 4 та пружні елементи 9 інтенсифікують утворення великої кількості різноспрямованих потоків матеріалу як у загальному об'ємі корпусу 1, так і всередині порожнини спірального робочого органа 4. Головним недоліком цієї конструкції є її вузька спеціалізація: вона ефективна лише для переробки матеріалів із високою сипкістю.

									КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
										20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Попри значну кількість наукових праць, присвячених процесам транспортування та перемішування матеріалів гвинтовими робочими органами, ці явища все ще потребують додаткового вивчення. Вагомий внесок у дослідження питань змішування та переміщення сировини зробили такі вчені, як А. М. Григор'єв, В. В. Утолін, М. Н. Панфілов, М. Ю. Ісаєв, А. А. Курочкін, С. В. Євсенков, С. М. Ведінцев, В. Х. Хлистун, Г. М. Кукта, В. В. Гунько, Р. К. Курбанов, І. Е. Груздев, Р. Е. Алтинбеков та інші.

Зокрема, В. В. Коновалов запропонував математичний апарат для розрахунку конструктивно-технологічних параметрів шнекових змішувачів.

Мінімальна продуктивність Q_{\min} , кг / с, стрічкового шнека [7]:

$$Q_{\min} = 0,25 \cdot 3,14(D^2 - d^2) \cdot \omega \cdot r_c \cdot \rho \cdot \psi \cdot \sin \alpha_c (\cos \alpha_c - f \cdot \sin \alpha_c), \quad (1.1)$$

де D – зовнішній діаметр змішувального робочого органа, м;

d – внутрішній діаметр робочого органа, м;

ω – кутова швидкість робочого органа, м / с;

r_c – середній радіус стрічкового шнека, м;

ρ – середня щільність (насипна маса) суміші компонентів, кг/м³;

ψ – коефіцієнт заповнення місткості;

α_c – середній кут нахилу (розгортки) гвинтової лінії, рад;

f – коефіцієнт тертя матеріалу об поверхню шнека.

Продуктивність змішувача Q_{cm} (кг/с) визначається за залежністю [7]:

$$Q_{cm} = V \cdot \rho \cdot \frac{\psi}{t}, \quad (1.2)$$

де V – об'єм бункера, м³.

Споживана потужність привода змішувача, кВт:

$$N_{cm} = \frac{0,01 \cdot \psi}{0,25 \cdot \eta} K \cdot Q_{\max} \cdot L, \quad (1.3)$$

де η – ККД приводу;

K – зведений коефіцієнт опору руху корму відносно стрічки шнека;

					КРБ.133ГМбд_32[2]33.00.00.000	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

L – довжина змішувача, м.

Згідно з аналізом методів розрахунку гвинтових транспортних систем, проведеним Ю. М. Ісаєвим, продуктивність гвинтового конвеєра, Q т/год, обчислюється за формулою [1, 8]:

$$Q = 47 \cdot D^2 \cdot \psi \cdot S \cdot n \cdot \gamma_0 \cdot c, \quad (1.4)$$

де D – зовнішній діаметр гвинта, м;

ψ – коефіцієнт заповнення (наповнення) жолоба;

S – крок гвинта, м;

n – частота обертання гвинта, об/хв;

γ_0 – насипна щільність (об'ємна маса) матеріалу, т/м³;

c – коефіцієнт, що враховує вплив кута нахилу осі шнека до горизонту на його продуктивність.

Потужність привода спірального транспортера N (кВт) обчислюється відповідно до математичної залежності, наведеної в монографії Ю. М. Ісаєва [7, 11]:

$$N = \eta_z \cdot \eta_m \cdot \frac{W \cdot L \cdot \omega^{\Pi}}{367} + \frac{W \cdot H}{367}, \quad (1.5)$$

де ω^{Π} – емпіричний коефіцієнт опору переміщенню матеріалу,
 $\omega^{\Pi} = 5,5...18,0$;

η_z – коефіцієнт запасу потужності під час пуску спіралі під навантаженням, $\eta_z = 1,3...2,2$;

η_m – коефіцієнт корисної дії (ККД) передачі від двигуна до приводного вала;

L – довжина транспортування, м;

W – продуктивність транспортера, т / год;

H – висота підйому матеріалу, що транспортується, м

					КРБ.133ГМбд_32[2]34.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Розрахунок параметрів механізованого потокового виробництва

Аналітичне визначення чисельності та структури поголів'я базується на інтеграції базових параметрів потоково-технологічних систем тваринницьких підприємств. Моделювання цих процесів передбачає врахування таких детермінантів, як тривалість дискретних виробничих періодів, розрахунковий такт потоку, кількісно-якісні параметри і габаритні характеристики формувальних технологічних груп, а також номінальна виробнича потужність комплексу в цілому або його окремих функціональних секторів (цехів).

Кількісний склад технологічних груп, що функціонують у межах конкретного виробничого циклу, є функцією часу та визначається за математичною залежністю:

$$n_{гр.i} = \frac{P_{ци}}{r}, \quad (2.1)$$

де $P_{ци}$ – тривалість виробничого періоду для певного виду тварин, діб;
 r – такт виробництва, приймається із особливості технологічного процесу; $r = 20$.

Підставляємо дані в формулу 2.1 отримаємо:

$$n_{гр.i} = \frac{365}{20} \cdot 18 \text{ груп.}$$

Сумарна чисельність поголів'я тварин у межах окремого виробничого періоду (технологічного етапу) є інтегральною величиною, яка розраховується за такою математичною залежністю:

$$N_i = m_{гр} \cdot n_{гр.i}, \quad (2.2)$$

де $m_{гр}$ – розмір технологічної групи, голів.

Кількість тварин в технологічній групі може бути різною, але вона пов'язана з потужністю підприємства.

									Арк.
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000				

$$m_i = \frac{M \cdot r}{365}, \quad (2.3)$$

де M – задана потужність тваринницького підприємства, гол./рік,
 $M = 400$ гол/рік

$$m_i = \frac{400 \cdot 20}{365} = 21,92 \text{ голів.}$$

Отже в результаті підстановки отримаємо:

$$N_i = 21,92 \cdot 18 = 394 \text{ голів.}$$

Обґрунтування типу спеціалізованих виробничих приміщень та оптимізація їх кількості здійснюються на основі специфіки потоково-технологічних процесів і прийнятої технології виробництва за такою залежністю:

$$n_{np} = \frac{N}{N_{np}}, \quad (2.4)$$

де N_{np} – кількість тварин, яку вміщує приміщення відповідно до виробничого типового проекту, гол.

$$n_{np} = \frac{394}{200} = 1,97.$$

Отже приймаємо два приміщення.

2.2 Обґрунтування добового раціону годівлі тварин. Розрахунок ліній подачі кормів

Сучасні технології тваринництва передбачають використання збалансованих кормосумішей із багатокомпонентним складом. Ключовою умовою ефективного живлення є регулярне та кількісно оптимізоване забезпечення організму тварин повним спектром незамінних поживних речовин [11].

Тип годівлі визначається пропорціями елементів раціону їхньою поживністю та фізико-механічними характеристиками. При його виборі

					КРБ.133ГМбд_32[2]33.00.00.000	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

враховують фізіологічні потреби тварин, специфіку їхнього травлення та необхідність максимізації засвоєння поживних речовин. Для досягнення найвищого ефекту корми мають подаватися у формі, яка забезпечує їхню легку доступність для організму. Зважаючи на обраний силосно-сінажно-концентрований тип годівлі, було сформовано добовий раціон, представлений у табл. 2.2.

Таблиця 2.1 – Добовий раціон голівлі тварин ВРХ

Назва корму	Добова даванка, кг
Силос	15
Сінаж	15
Солома	10,75
Коренеплоди	12,5
Комбікорми	6,25

Добову потребу тварин в i -му виді корму визначають за формулою [2]:

$$Q_j = \sum q_i \cdot N_i, \quad (2.5)$$

де N_i – кількість тварин голів;

q_i – добова потреба в i -му виді корму для тварин, кг.

Добова потреба в сіні, силосі, грубих кормах, коренеплодах, комбікормах розраховується за формулою (2.5) і буде становити:

$$Q_{\text{сінаж}} = 6000 \text{ кг}; \quad Q_{\text{силос}} = 6000 \text{ кг}; \quad Q_{\text{груб.корм.}} = 4300 \text{ кг}; \quad Q_{\text{кор.}} = 5000 \text{ кг};$$

$$Q_{\text{конц.корм.}} = 2500 \text{ кг.}$$

Розрахунок лінії подачі грубих кормів.

Для забезпечення якісного змішування компонентів корму їх попередньо подрібнюють до фракції завдовжки 4-5 см. До технологічної групи об'ємистих кормів належать силос, сінаж та солома. При цьому солому зберігають у закритих приміщеннях (цехах), тоді як силос і сінаж – у силосних траншеях. Визначення марки та необхідної кількості подрібнювальних машин

									КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						25

здійснюють на основі розрахунку продуктивності лінії переробки, яка обчислюється за формулою [4, 5, 7]:

$$W_{роз} = Q_p / T_{доп} \quad (2.6)$$

де Q_p – маса кормосуміші, що припадає на одну даванку, т;

$T_{доп}$ – регламентована тривалість роботи кормоцеху впродовж доби,

$$T_{доп} = 1 \dots 2 \text{ год.}$$

Після підстановки значення у формулу (2.6) одержимо:

Для силосу та сінажу:

$$W_{роз} = 6 / 2 = 3 \text{ т/год.}$$

Для соломи:

$$W_{роз} = 2,15 / 2 = 1,1 \text{ т/год.}$$

Доставку соломи, сіна та сінажу до кормоцеху здійснюють транспортними засобами, які вивантажують сировину безпосередньо в бункери-живильники. Розрахунок місткості (об'єму) бункерів-живильників для накопичення силосу, сінажу та соломи виконують за такою формулою:

$$V_{жс} = \frac{Q_j \cdot K_3}{\rho_j \cdot \varphi} \text{ м}^3, \quad (2.7)$$

де Q_j – добова норма споживання грубих кормів, т;

ρ_j – густина грубих кормів, т/м³;

K_3 – коефіцієнт резерву компенета, $K_3 = 0,33 \dots 0,5$;

φ – коефіцієнт ефективного використання об'єкта, $\varphi = 0,85$.

$$V_{жс} = \frac{12 \cdot 0,4}{0,2 \cdot 0,85} = 28,2 \text{ м}^3.$$

У випадку, коли продуктивності однієї машини недостатньо для забезпечення необхідного технологічного процесу, кількість машин визначають за формулою:

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000				

$$n = \frac{W_{роз}}{W_M^T}, \quad (2.8)$$

де W_M^T – технічна продуктивність машини, т/год.

За результатами виконаних розрахунків для технологічної лінії підготовки соєми, силосу та сінажу прийнято наступний склад обладнання: навантажувач ПУ-0,5 – 1 шт.; причеп 2ПТС-4 – 1 шт.; живильники-дозатори кормів ПЗМ-1,5 – 2 шт.; фуражир-навантажувач ФН-1,4 – 1 шт.; подрібнювач ИСК-3 – 1 шт.; транспортери ТЛ-10 – 2 шт.; бункери-живильники БДК-Ф-70-20 та КП-10 – по 2 шт.

Фактичну тривалість роботи технологічного обладнання визначають за відповідною розрахунковою залежністю [4, 5]

$$t_{cp} = \frac{Q_p}{W_M^T}, \text{ год.} \quad (2.9)$$

Результати розрахунків за формулою (2.9) дозволили визначити фактичний час роботи обладнання. Для навантажувача ПУ-0,5 він становить 0,5 год., для причепа 2ПТС-4 – 0,18 год., для живильників-дозаторів ПЗМ-1,5 – 0,21 год. Фактичний час роботи навантажувачів ФН-1,4 складає 0,35 год., подрібнювача ИСК-3 – 0,1 год., а кормотранспортера ТЛ-10 – 0,21 год.

Розрахунок ПТЛ лінії коренеплодів.

Необхідна подача (продуктивність) ПТЛ коренеплодів визначається за такою формулою (2.6):

$$W_{роз} = 2,5/2 = 1,25 \text{ т/год.}$$

Розрахунок місткості приймального бункера для коренеплодів здійснюється за такою формулою:

$$V = \frac{Q_{доб}}{\rho \cdot \beta}, \quad (2.10)$$

де $Q_{доб}$ – добова витрата коренеплодів, т;

ρ – густина коренеплодів, $\rho = 0,65 \text{ т/м}^3$;

β – коефіцієнт заповнення, $\beta = 0,9$.

						КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			27

Підставимо необхідні дані в формулу:

$$V = \frac{2,5}{0,65 \cdot 0,9} = 4,2 \text{ м}^3.$$

Технологічний процес починається з навантаження коренеплодів у причіп 2ПТС-4 за допомогою навантажувача ПУ-0,5. Для тимчасового зберігання та подальшого транспортування сировини використовується транспортер ТК-5Б, який спрямовує коренеплоди до мийно-подрібнювальної машини ІКМ-5. Очищена та подрібнена маса надходить до дозатора ДС-15, звідки через збірний транспортер ТЛ-65 подається безпосередньо у змішувач кормів С-30.

На основі розрахунків за формулою (2.8) визначено необхідну кількість обладнання. До встановлення прийнято причіп 2ПТС-4, транспортер ТК-5Б, навантажувач ПУ-0,5, бункер коренеплодів, подрібнювач ІКМ-5 та дозатор ДС-15 – по 1 одиниці кожної позиції.

Фактичний час роботи запроєктованого обладнання, розрахований за формулою (2.9) становить: для причіпа 2ПТС-4 та навантажувача ПУ-0,5 – 0,21 год, транспортера ТК-5Б – 0,42 год, подрібнювача ІКМ-5 – 0,36 год, а дозатора ДС-15 – 0,17 год.

Розрахунок лінії подачі сипучих кормів.

Готові комбікорми доставляються до кормоцеху за допомогою завантажувача сухих кормів ЗСК-10 і згодуються тваринам у складі загальної кормосуміші. Розрахунок необхідної продуктивності потоково-технологічної лінії (ПТЛ) для подачі комбікормів здійснюється за формулою (2.6):

$$W_{\text{роз}} = 1,25 / 2 = 0,63 \text{ т/год}$$

Для накопичення та зберігання сипучих кормів у кормоцеху передбачено бункери-накопичувачі типу БСК-10. Розрахунок їхньої необхідної місткості (об'єму) здійснюється за формулою:

					КРБ.133ГМбд_32[2]33.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$V = \frac{Q_{доб} \cdot K}{\rho \cdot \beta}, \quad (2.11)$$

де $Q_{доб}$ – добова потреба в сипучих кормах, т;

K – коефіцієнт запасу корму, $K = 2$;

ρ – насипна щільність (густина) комбікорму, $\rho = 0,55 \dots 0,6 \text{ т/м}^3$;

β – коефіцієнт заповнення об'єму бункера, $\beta = 0,8$.

Підставивши вихідні дані у формулу отримаємо:

$$V = \frac{2,5 \cdot 2}{0,55 \cdot 0,8} = 11,4 \text{ м}^3.$$

Для зберігання сипучих кормів передбачено два бункери БСК-10 місткістю 10 м^3 кожен. Доставку комбікормів до бункерів здійснюють завантажувачем ЗСК-10. Із накопичувачів БСК-10 сировина надходить до дозатора, який забезпечує її порційне видавання на збірний транспортер ТЛ-65.

На основі розрахунків за формулою (2.8) визначено необхідну кількість технічних засобів. До встановлення прийнято: завантажувач ЗСК-10 – 1 шт., бункер сипучих кормів БСК-10 – 2 шт., дозатор сипучих кормів – 1 шт., збірний транспортер ТЛ-65 – 1 шт., змішувач кормів С-30 – 1 шт. та вивантажувальний транспортер ТС-40М – 1 шт.

Фактичний час роботи запроєктованого обладнання становить: завантажувача ЗСК-10 – 0,5 год, бункера БСК-10 – 0,16 год, транспортера КОРК-15.03 – 0,08 год, дозатора – 0,42 год, збірного транспортера ТЛ-65 – 0,8 год, змішувача С-30 – 0,5 год, а вивантажувального транспортера ТС-40М – 0,83 год.

										КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							29

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Обґрунтування конструкції розробки змішувача кормів

Провівши огляд існуючих конструкцій змішувачів кормів і аналіз техніко-економічних показників їх якості роботи свідчить, що існуючі машини не задовольняють сучасні вимоги до машин за цілим рядом ознак: мають високу енергомісткість процесу змішування, не досить високі межі регулювання норми дозування, мають незначну продуктивність.

Нами пропонується новий тип робочого органу змішувача, який дає змогу підвищити однорідність процесу змішування, продуктивність.

Це досягається тим, що даний змішувач, включаючи кожух з розміщеним в ньому шнеком, виконаний багатозахідний, з розривами навивки, почергово зміщені один від одного, причому ширина розривів рівна кроку гвинтової лінії навивки.

Мета винаходу – поліпшення якості змішування кормів шляхом рівномірного розподілення їх вздовж шнека.

Це досягається тим, що змішувач оснащений відбивачами, які виконані у вигляді послідовно встановлених над шнеком пластин, кожна з яких встановлена під гострим кутом до поздовжньої осі шнека, вершина якого зміщена в сторону, протилежну напрямленню корма. На рис. 3.1 наведена схема змішувача кормів, а технічна характеристика наведена в табл. 3.1.

Змішувач кормів містить корпус (жолоб) 1, у якому розміщено шнек 2, закріплений на шнековому валу 3. Корпус 1 з одного боку оснащений завантажувальним бункером 5, через який подається кормова сировина, а з протилежного боку – вивантажувальним патрубком 4 для видачі готової суміші. Привод шнека здійснюється від електродвигуна 6 через підшипниковий вузол 10, який забезпечує опору та стабільне обертання вала 3. Внутрішня поверхня корпусу може бути оснащена зносостійкою

										Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000					

футерівкою 10 для підвищення довговічності обладнання. Вся конструкція встановлена на опорній рамі 8 і станині 9, що забезпечує жорсткість та стійкість машини в процесі роботи. Для регулювання положення та нахилу робочого органу передбачено регулюючий гвинт 7.

1 – корпус (жолоб), 2 – шнек; 3 – шнековий вал; 4 – вивантажувальний патрубок, 5 – завантажувальний бункер, 6 – електричний двигун; 7 – регулюючий гвинт (опора), 8 – опорна рама; 9 – основа (станина); 10 – підшипниковий вузол; 10 – футеровка (зносостійка накладка)

Рисунок 3.1 – Схема шнекового змішувача кормів

Працює змішувач наступним чином. Кормова сировина надходить у корпус 1 через завантажувальний бункер 5, де захоплюється витками шнека 2, який обертається разом із валом 3. Під дією обертання шнека матеріал одночасно переміщується вздовж осі корпусу від зони завантаження до вивантажувального патрубку 4 та інтенсивно переміщується та рахунок безперервного перевертання та зсуву шарів. У процесі транспортування

						КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			31

частинки корму багаторазово перерозподіляються по об'єму, що забезпечує отримання однорідної кормової суміші. Готовий продукт надходить до византажувального патрубка 4 і виводиться з машини. Регулювання нахилу корпусу 1 за допомогою гвинта 7 дозволяє змінювати інтенсивність змішування та продуктивність процесу.

Рисунок 3.2 – Загальний вигляд шнекового змішувача кормів

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика змішувача кормів

Показник	Значення	Одиниці вимірювання
Продуктивність	2,8	т/год.
Діаметр шнека	300	мм
Частота обертання шнека	160	г/л
Встановлена потужність	1,15	кВт
Об'єм бункера	0,66	м ³
Габаритні розміри:		
довжина	2365	мм
ширина	1500	мм
висота	960	мм

Аналогічний процес відбувається з кормовою масою на другому та всіх наступних відрізках шнека. Завдяки цьому матеріал, що транспортується, рівномірно розподіляється вздовж усього робочого органа, що суттєво підвищує якість його перемішування.

3.2 Розрахунок конструктивних і технологічних параметрів змішувача кормів

Максимальна допустима кутова швидкість обертання шнека змішувача визначається з урахуванням фізико-механічних властивостей компонентів суміші та конструктивних параметрів робочого органа [7]:

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{g \cdot \cos \alpha \cdot f \cdot g \cdot \sin \alpha}{f \cdot R \cdot \sin \alpha}}, \quad (3.1)$$

де α – кут падіння гвинтової лінії, $\alpha = 20^\circ$;

R – радіус шнека, $R = 0,15$ м;

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,2$.

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot \cos 20^\circ \cdot 0,2 \cdot 9,81 \cdot \sin 20^\circ}{0,2 \cdot 0,15 \cdot \sin 20^\circ}} = 24,4 \text{ с}^{-1}.$$

Отже, максимально допустима кутова швидкість становить $24,4 \text{ с}^{-1}$.

Визначення величини робочої кутової швидкості:

$$\omega_p = 0,7 \cdot \omega_{кр}, \quad (3.2)$$

$$\omega_p = 0,7 \cdot 24,4 = 17,08 \text{ с}^{-1}.$$

Знаходимо частоту обертання шнекового бака [8]:

$$n = \frac{30 \cdot \omega_p}{\pi}, \quad (3.3)$$

$$n = \frac{30 \cdot 17,08}{3,14} = 163 \text{ хв}^{-1}.$$

Робоча частота обертання шнека дозатора становить 163 хв^{-1} .

						КРБ.133ГМбд_32[2].33.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			33

Основну швидкість переміщення продукту знаходимо за формулою:

$$v_{n.n.} = \frac{S \cdot \omega_p}{60}, \quad (3.4)$$

де S – крок шнека, $S = 0,46$ м.

$$v_{n.n.} = \frac{0,46 \cdot 17,08}{60} = 0,13 \text{ м/с.}$$

Отже, швидкість переміщення продукту буде становити 0,13 м/с.

Розрахунок продуктивності змішувача [3]:

$$Q = 3600 \cdot \frac{3,14 \cdot (D^2 - d)}{4} \cdot v_{n.n.} \cdot \gamma \cdot \varphi, \text{ т/год,} \quad (3.5)$$

де d – діаметр вала шнека, $d = 0,075$ м;

D – діаметр шнека, $D = 0,41$ м;

γ – густина матеріалу, $\gamma = 0,1$ т/м³;

φ – коефіцієнт заповнення шнека, $\varphi = 0,2$

$$Q = 3600 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,41^2 - 0,075)}{4} \cdot 0,13 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 2,8 \text{ т/год,}$$

Наступним етапом проектування є визначення потужності, необхідної для забезпечення роботи змішувача [3]:

$$N = \frac{Q}{367 \cdot K} \cdot (L\omega + H) \cdot K_1, \text{ т/год,} \quad (3.6)$$

де L – довжина шнека, $L = 1,7$ м;

ω – коефіцієнт, який враховує опір переміщення продукту по кожуху, $\omega = 25$;

H – висота підйому;

K_1 – коефіцієнт запасу потужності, $K_1 = 2,5$;

K – коефіцієнт корисної дії приводу, $K = 0,7$.

Для даного діаметру вала використовуємо призматичну шпонку, розміри якої становлять: ширина $b = 16$ мм, висота $h = 10$, $t_1 = 6$, $t_2 = 4,3$ мм, довжина $l = 70$ мм.

										Арк.
										34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000					

Проводимо перевірочний розрахунок шпонкових з'єднань на зминання [12]:

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{dl(h-t_1)} \leq \sigma_{зм}, \text{ МПа}, \quad (3.7)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 67,3 \cdot 10^3}{50 \cdot 70 \cdot (10 - 6)} = 9,61 \text{ МПа}.$$

Допустиме напруження на зминання при спокійному навантаженні становить $[\sigma_{зм}] = 100 \text{ МПа}$. Умова міцності виконується, відтак параметри шпоночного з'єднання вибрано вірно.

Проводимо перевірочний розрахунок шпонки на зріз за формулою:

$$\tau_{зм} = \frac{2T}{d \cdot l \cdot b} \leq [\tau], \text{ т/год}, \quad (3.8)$$

$$\tau_{зм} = \frac{2 \cdot 67,3 \cdot 10^3}{50 \cdot 70 \cdot 16} = 12,2 \text{ МПа},$$

$$[\tau_{зм}] \approx 0,6 \cdot [\sigma_{зм}] = 0,6 \cdot 100 = 60 \text{ МПа}.$$

Таким чином, надійність шпоночного з'єднання за напруженнями зрізу забезпечена.

$$N = \frac{2,8}{367 \cdot 0,7} \cdot (1,7 + 2,5) \cdot 2,5 = 1,15 \text{ кВт}.$$

Розрахункова потужність, необхідна для приводу змішувача, становить 1,15 кВт.

Рисунок 3.3 – Ескіз шпоночного з'єднання

					КРБ.133ГМбд_32[2]35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Розраховуємо крутний момент на валу змішувача:

$$T = \frac{P \cdot 10^3}{\omega_1}, \quad (3.9)$$

де ω_1 – кутова швидкість на валу, $\omega_1 = 17,08$ рад/с.

$$T = \frac{4,5 \cdot 10^3}{17,08} = 263,5 \text{ Нм.}$$

Розрахунок вала.

Визначаємо діаметр вихідного кінця вала з розрахунку на кручення за допусками напруженнями без урахування згину:

$$d = 1,1 \cdot 3 \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_2}{\pi \cdot [\tau_k]}}, \quad (3.10)$$

де T_2 – момент, що передається валом, Нм;

$[\tau_k]$ – гранично допустиме напруження на кручення. Для Ст3

$$[\tau_k] = 10 \cdot 15 \text{ МПа.}$$

$$d = 1,1 \cdot 3 \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 67,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 10}} = 45 \text{ мм.}$$

Розрахунок шнекового з'єднання вала і шнека.

Спочатку визначаємо об'єм бункера, який за геометричною формою являє собою зрізаний конус [7, 8]:

$$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H \cdot (R^2 + Rr + r^2) \quad (3.10)$$

де H – висота зрізаного конуса, $H = 1$ м;

R, r – радіуси більшої та меншої основ зрізаного конуса відповідно,

$$R = 0,5, \quad r = 0,3.$$

Об'єм бункера змішувача кормових сумішей становить $0,46 \text{ м}^3$.

					КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ІЗВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 ЕКОНОМІКА

Розрахунок технологічної карти процесу приготування кормів виконано за типовою методикою відповідно до джерел [15]. Результати розрахунків представлені в графічній частині на аркуші 6.

Для обчислення показників економічної ефективності проекту необхідно визначити питомі експлуатаційні витрати на одиницю готової продукції. Базою для цього слугує розроблена технологічна карта, сформована на основі вихідних даних першого та другого розділів. При цьому балансову вартість наявного в господарстві обладнання прирівняно до його залишкової вартості. У розрахунках прийнято такі базові параметри: тривалість літнього періоду становить 230 днів, тривалість робочої зміни – 2 години, а вартість електроенергії – 12,65 грн/кВт·год.

Економічний ефект від модернізації технологічного процесу приготування кормів здійснюється через грошовий вираз приросту продукції тваринництва. Ключовим критерієм доцільності прийнятого інженерного рішення виступає термін окупності, який розраховують як відношення сумарних капітальних вкладень $K_{\text{кан}}$ (грн) до величини річного економічного ефекту E_p (грн) [15, 16]:

$$T = \frac{K_{\text{кан}}}{E_p}, \text{ років.} \quad (4.1)$$

Величину річного економічного ефекту визначаємо за такою залежністю:

$$E_p = (E_n \cdot K_{1\text{кан}} + C_1 \cdot B_1) - (E_n \cdot K_{2\text{всп}} + C_2 \cdot (B_1 + \Delta B)) \text{ грн.} \quad (4.2)$$

					КРБ.133ГМбд_32[2]35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

де E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень, $E_n = 0,15$;

$K_{1kap.}$, $K_{2kap.}$ – повні капітальні вкладення відповідно за базовим та новим (проектним) варіантами, грн.;

C_1 , C_2 – собівартість одиниці продукції (кормів) відповідно за базовим та новим варіантами, грн/ц;

B_1 – річний обсяг виробництва продукції за базовим варіантом, ц;

ΔB – приріст обсягу виробництва продукції внаслідок впровадження нового варіанта, ц;

Розрахунок собівартості продукції для нового (проектного) варіанта виконуємо за формулою [15, 16]:

$$C_2 = \frac{\sum Z}{B_1 + \Delta B}, \text{ грн/ц.} \quad (4.3)$$

де $\sum Z$ – сукупні витрати на виробництво продукції, грн.

Сумарні експлуатаційні витрати визначаємо за такою залежністю:

$$\sum Z = E_n \cdot K_{kap} + A_b + A_{ob} + \sum Z_{ek} + Z_{kor} + Z_{dn}, \text{ грн.}, \quad (4.4)$$

де A_b – амортизаційні відрахування від балансової вартості будівель, грн.;

A_{ob} – амортизаційні відрахування від вартості обладнання, що не було враховане в розрахунку технологічної карти процесу, грн.;

$\sum Z_{ek}$ – річні експлуатаційні витрати за результатами розрахунку технологічної карти, грн.;

Z_{kor} – річна вартість згодованих кормів; $Z_{kor} = 106$ тис. грн.;

Z_{dn} – заробітна плата допоміжного персоналу, який безпосередньо бере участь у технологічному процесі виробництва тваринницької продукції, грн.

Амортизаційні відрахування A_b від вартості виробничих будівель і споруд розраховують за формулою:

					КРБ.133ГМбд_32[2]34.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$A_6 = \sum B \cdot (\sum H_e + \sum H_{кр}), \text{ грн.}, \quad (4.5)$$

де $\sum B$ – сумарна балансова вартість будівель і споруд, задіяних у процесі виробництва продукції тваринництва, грн;

$\sum H_e$ – сумарна норма відрахувань на повне відновлення (амортизацію) будівель;

$\sum H_{кр}$ – сумарна норма відрахувань на капітальний ремонт будівель, %.

Розрахунок річних амортизаційних відрахувань A_6 виконуємо у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Амортизаційні відрахування від вартості основних засобів

Основні засоби	Вартість тис. грн.	Відрахування на амортизацію		Відрахування на капітальний ремонт		Всього відрахувань грн.
		%	грн.	%	грн.	
Корівник, 2 шт.	169,12	2,5	4228	2,2	3720,6	7948,6
Молочний блок	36,7	2,5	917,5	2,2	807,4	1724,9
Обладнання ксрівників	74,5	14,2	10579	18,0	13410	23989
Разом	280,32	-	15724,5	-	17938	33662,5

Загальні витрати на оплату праці визначаємо з урахуванням відрахувань на матеріальне стимулювання ($f_1 = 12\%$) та нарахування резерву відпусток у розмірі 10% (f_2) за формулою:

$$Z_{оп} = \sum Z_{оп} \cdot (1 + f_1 + f_2), \text{ грн.}, \quad (4.6)$$

$$Z_{оп} = 512400 \cdot (1 + 0,12 + 0,10) = 625120 \text{ грн.}$$

Сумарні капітальні вкладення розраховуємо за залежністю:

$$K_{кан} = \sum K_{буд} + \sum K_{обл}, \text{ грн.}, \quad (4.7)$$

					КРБ.133ГМбд_32[2]35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

де $\sum K_{буд}$ – сумарна балансова вартість будівель і споруд, грн. (табл. 4.2);

$\sum K_{обл}$ – сумарна балансова вартість впроваджуваного технологічного обладнання грн.

Фонд оплати праці допоміжного персоналу визначаємо відповідно до чинного штатного розпису підприємства та представлено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Штатний розпис та заробітна плата допоміжних робітників ферми

Перелік штату	Кількість, чол.	Річний фонд заробітної плати, грн.
Зоотехнік	1	36800
Зав. фермою	1	36000
Ветеринарний лікар	1	36000
Обліковець	1	36000
Оператори машинного доїння корів	4	330000
Допоміжні	2	36600
Разом	24	512400

Тоді капітальні вкладення становитимуть:

$$K_{кан} = 280,32 + 701,745 = 982 \text{ тис. грн}$$

Загальні річні витрати (приведені затрати) становитимуть:

$$\sum Z = 0,15 \cdot 982000 + 9724 + 15724 + 380000 + 106000 + 625120 = 1283 \text{ тис. грн.}$$

Річний обсяг виробництва молока за базовим варіантом визначаємо за формулою:

$$B_1 = M \cdot G_{річ}, \quad (4.8)$$

де M – середньорічне поголів'я корів на фермі, гол.;

					КРБ.133ГМбд_32[2].55.00.00.000	Арк. 40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$G_{річ}$ – середньорічний надій молока від однієї корови, $G_{річ} = 2200$ кг/корову,

$$B_1 = 120 \cdot 2200 = 264000 \text{ кг.}$$

Впровадження технології годівлі збалансованими кормосумішами дозволяє підвищити продуктивність тварин. При цьому прогнозований середньорічний надій зросте до 2500 кг/корову, а чистий питомий приріст становитиме 100 кг/корову.

Загальний річний приріст виробництва молока обчислюємо так:

$$\Delta B = (2500 - 2200) \cdot 400 = 120000 \text{ кг/рік.} \quad (4.9)$$

Таким чином, собівартість виробництва молока за проектним варіантом становитиме:

$$C_2 = \frac{1283000}{2640 + 400} = 428 \text{ грн/ц.}$$

Таким чином, величина річного економічного ефекту від впровадження проектного технологічного рішення становитиме:

$$E_p = (0,15 \cdot 1300000 + 660 \cdot 2200) - (0,15 \cdot 982000 + 428 \cdot 2500) = 430 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином, термін окупності додаткових капітальних вкладень становитиме:

$$T = \frac{982000}{430000} = 2,3 \text{ роки.}$$

Розрахунок грошових надходжень проводимо за формулою [6]:

$$G_{np} = (B_1 + \Delta B) \cdot C_{np}, \text{ грн.}, \quad (4.10)$$

де C_{np} – середньорікова вартість реалізації молока, $C_{np} = 800$ грн./ц.

Тоді після підстановки отримаємо:

$$G_{np} = 2200 \cdot 800 = 1760000 \text{ грн.}$$

Підставивши отримані показники у вищезазначене рівняння, матимемо:

$$\Pi = G_{np} - \sum Z, \text{ грн.}, \quad (4.11)$$

Отримаємо:

					КРБ.133ГМбд_32[2]33.00.00.000	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Pi = 1760000 - 1283000 = 477 \text{ тис.грн.},$$

Для оцінки ефективності господарської діяльності підприємства визначимо рентабельність виробництва за формулою [6]:

$$P = \frac{\Pi}{\sum Z} \cdot 100\%, \quad (4.12)$$

Підставляємо дані в формулу:

$$P = \frac{477}{1283} \cdot 100 = 37\%.$$

На основі отриманих розрахункових показників сформовано табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Показники економічної ефективності процесу приготування

Показники	Варіанти		Відхилення (+,-)
	При існуючій технології приготування кормів	Після впровадження кормоцеху	
Рівень механізації процесу приготування кормів, %	70	100	30
Собівартість молока, грн./ц	660	428	-232
Середньомісячний надій на одну корову, кг	2200	2300	100
Експлуатаційні затрати, грн.	-	380000	-
Прибуток, грн.	300000	477000	177000
Річний економічний ефект, грн.	-	430000	-
Термін окупності, років	-	2,3	-
Рівень рентабельності виробництва молока, %	24	37	13

Результати її аналізу свідчать, що після впровадження кормоцеху рівень механізації процесу приготування кормів досяг 100%. Водночас середньорічний надій на одну корову зріс на 100 кг, рівень рентабельності підвищився до 37%, а загальний прибуток збільшився до 477 тис. грн. Такі тенденції підтверджують високу економічну доцільність та рентабельність модернізації виробничого процесу. Очікуваний річний економічний ефект від реалізації запропонованої технології приготування кормів становитиме 430 тис. грн.

4.2 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Правила техніки безпеки під час роботи змішувача кормів.

До роботи з обладнанням допускаються тільки працівники, які навчені прийомам роботи і пройшли ввідний інструктаж з техніки безпеки та інструктаж на робочому місці [17].

Робоче місце повинне освітлюватися згідно з вимогами правил техніки безпеки і активно вентилюватися. Повинен забезпечуватися вільний доступ до всіх частин і механізмів обладнання.

У випадку несправності машини, ремонт слід виконувати тільки після від'єднання її від електричної мережі з обов'язковим вивішуванням таблички «НЕ ВМИКАТИ! РЕМОНТНІ РОБОТИ»

Для запобігання ураження електричним струмом машина повинна бути надійно заземлена згідно з вимогами чинних державних стандартів. Перед початком роботи необхідно [18, 19]:

- 1) прибирати з обладнання та навколо нього все, що може заважати роботі;
- 2) перевірити роботу машини без навантаження;
- 3) переконатися у повній справності обладнання;

Під час роботи необхідно:

					КРБ.133ГМбд_32[2].55.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- 1) постійно підтримувати робоче місце в чистоті і порядку;
- 2) перед кожним вмиканням машини переконатися, що нікому не загрожує небезпека з боку машини;
- 3) не залишати ввімкненою машину без нагляду;
- 4) регулювати, ремонтувати і змащувати механізми тільки при вимкненні їх з електричної мережі;
- 5) при появі ударів, підвищеного шуму, вібрації, тимчасовому припиненні роботи, появі електричного струму на корпусі, негайно вимкнути машину від електричної мережі;
- 6) при проведенні регулювальних, ремонтних і інших робіт, користуватися тільки справним інструментом.

Після закінчення роботи необхідно:

- 1) вимкнути електроживлення обладнання;
- 2) зчистити машину від залишків корму;
- 3) у випадку недоліків в роботі та несправності машин і обладнання, повідомити про це керівництво [14].

Розрахунок захисного заземлення

Для приводу шнека змішувача використовується електродвигун, то слід розраховувати захисне заземлення [20].

Основне призначення захисного заземлення – запобігати ураженню струмом при дотиканні до корпусу та інших струмопровідних частин електроустановки.

Захисне заземлення, як правило, застосовується у трифазних мережах напругою до 1000В, що працюють з ізольованою нейтраллю джерел живлення.

Розраховуємо опір розтікання одиночного заземлення за формулою [11]:

$$R_0 = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \lg \frac{4 \cdot L_1}{d} \quad (4.13)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho = 60 \text{ Ом} \cdot \text{м}$,

l – довжина заземлювача, $l = 1,8 \text{ м}$;

									КРБ.133ГМбд_32[2].55.00.00.000	Арк.
										44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

d – діаметр заземлювача, $d = 0,015$ м.

Отже:

$$R_0 = 0,366 \cdot \frac{60}{1,8} \cdot \lg \frac{4 \cdot 1,8}{0,015} = 32,6 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Знаходимо необхідну кількість заземлювачів за формулою:

$$n = \frac{R_0}{R_d \cdot \eta_c}, \quad (4.14)$$

де R_d – допустимий опір захисного пристрою, $R_d = 6 - 10$ Ом·м;

η_c – коефіцієнт використання заземлювачів, $\eta_c = 0,89$.

Тоді:

$$n = \frac{32,6}{6,0 \cdot 0,89} = 6,1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 6 заземлювачів із наступними параметрами: $L = 1,8$,
 $d = 0,015$ м, $R_0 = 32,6$ Ом·м, $\rho = 60$ Ом·м.

					КРБ.133ГМбд_32[2]34.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ВИСНОВКИ

Трансформація аграрного сектору та галузі тваринництва в умовах ринкової економіки вимагає не лише нарощування обсягів виробництва, а й підвищення конкурентоспроможності готової продукції. Основними передумовами стабільного розвитку галузі, поряд із зміцненням кормової бази, є комплексна механізація виробничих процесів, підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу та ефективне використання технічних засобів.

Аналіз виробничо-господарської діяльності підприємства засвідчив, що наявний потенціал дозволяє забезпечити розширене відтворення продукції тваринництва. Господарство володіє достатньою матеріально-технічною базою та основними засобами для організації кормоприготування.

Запропоноване проектне рішення спрямоване на комплексну механізацію технологічного процесу приготування кормів, що сприятиме зростанню продуктивності тварин та збільшенню надоїв молока. Першочергової модернізації потребують процеси на молочнотоварній фермі та фермі з вирощування ВРХ, оскільки там спостерігається висока собівартість продукції та значна частка ручної праці. Впровадження інноваційної технології кормоприготування дозволить підвищити середньорічний надій на одну корову до 2300 кг, забезпечуючи очікуваний річний економічний ефект у розмірі 430 тис. грн.

					КРБ.133ГМбд_32[2].55.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ребенко В. І. Машина та обладнання для тваринництва. Київ : Кондор, 2018. 731 с.
2. Кукта Г. М. Машина і обладнання для приготування кормів. Київ : Урожай, 2006. 240 с.
3. Ісаєв Ю. М. Механізація технологічних процесів у тваринництві. Київ : Вища освіта, 2017. 415 с.
4. Бендера І. М., Ружило З. В. Механізація тваринництва. Кам'янець-Подільський : Абетка, 2015. 368 с.
5. Бойко І. Г. Машина та обладнання агропромислового виробництва. Київ : Вища школа, 2011. 558 с.
6. Калетнік Г. М. Інженерія виробничих процесів у тваринництві. Вінниця : Нова Книга, 2012. 320 с.
7. Григор'єв А. М., Панділов М. М. Теорія та розрахунок шнекових механізмів. Харків : Основа, 2009. 286 с.
8. Механізація і автоматизація технологічних процесів у тваринництві : навчальний посібник / за ред. В. В. Адамчука. Київ : Аграрна освіта, 2012. 495 с.
9. Бедіщев С. М. Сільськогосподарські машини та обладнання. Київ : Аграрна освіта, 2013. 492 с.
10. Войтук Д. Г., Дубровін В. С. Сільськогосподарські машини. Київ : Каравела, 2018. 552 с.
11. Мельник І. І. Проектування технологічних процесів у тваринництві. Київ : НУБіП України, 2014. 276 с.
12. Технічна експлуатація машин у тваринництві / за ред. І. І. Ревенка. Київ : Кондор, 2017. 338 с.
13. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 18 с.

					КРБ.133ГМбд_32[2]33.00.00.000	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.

15. Горбонос Ф. В., Черевко Г. В., Павленчик Н. Ф., Павленчик А. О. Економіка підприємства : підручник. Київ : Знання, 2010. 463 с.

16. Петрига О. М., Яворська Т. І., Прус Ю. О. Економіка аграрного підприємства : навчальний посібник. Мелітополь : Люкс, 2016. 320 с.

17. Третяк А. М. Екологічна безпека аграрного виробництва : навчальний посібник. Київ : ЦП «Компринт», 2019. 276 с.

18. Фурдичко О. І., Демиденко О. В. Основи екологічної безпеки агропромислового виробництва. Київ : ДІА, 2014. 416 с.

19. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. Київ : Міністерство соціальної політики України, 2018. 356 с.

20. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навчальний посібник. Київ : Знання, 2016. 422 с.

21. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра здобувачами вищої освіти зі спеціальності 133 І аг зеве машинобудування за освітньо-професійною програмою Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва галузі знань 13 Механічна інженерія. Попов С., Скрипник В. Полтава: ПДАУ, 2022. 32 с.

					КРБ.133ГМбд_32[2].35.00.00.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48





