

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
освітнього ступеня «Бакалавр» на тему

**Проект лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі
великої рогатої худоби**

Виконав студент 4 курсу, групи АІ-2-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____Некрасов Дмитро Валерійович

Керівник _____ Малєгін Роман Дмитрович

Рецензент _____

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем
Освітній ступінь «Бакалавр»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«05» травня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Некрасову Дмитру Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Проєкт лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі великої рогатої худоби

керівник проєкту Малєгін Роман Дмитрович, PhD

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 05.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Аналіз виробничих умов господарства та існуючих технологій приготування кормів для врх. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз виробничих умов господарства та існуючих технологій приготування кормів для врх. 2. Проєктування технологічної лінії подрібнення та змішування комбікормів для врх. 3. Розрахунок продуктивності технологічної лінії для подрібнення та змішування комбікормів. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5. Економічна оцінка дробарки. Висновки та пропозиції. Бібліографія

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Конструкційно-технологічна схема процесу (1 аркуш, А1). 2. Барабанний змішувач (1 аркуш, А1). Опорний ролик (1 аркуш, А1). Вал Втулка (1 аркуш, А1). Кришка підшипника (1 аркуш, А3). Ролик (1 аркуш, А3). Стійка ліва (1 аркуш, А3). Плита монтажна (1 аркуш, А3). Економічні показники (1 аркуш, А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Малєгін Р.Д., ст. викладач		
2	Малєгін Р.Д., ст. викладач		
3	Малєгін Р.Д., ст. викладач		
4	Малєгін Р.Д., ст. викладач		
5	Малєгін Р.Д., ст. викладач		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 05.05.2026 р._____.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2026 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2026р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2026 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2026 р.	
5	Економічний	до 22.05.2026 р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2026 р.	

Студент

_____ Некрасов Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ Малєгін Р.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Проект лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі великої рогатої худоби / Дипломний проект представлений на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026., п'ять аркушів графічної частини формату А1).

У дипломному проекті виконано вступ, наведено аналіз виробничої діяльності тваринницького підприємства, на основі якого зроблено висновки щодо необхідності вдосконалення технологічного процесу приготування та роздавання комбікормів для великої рогатої худоби.

На основі огляду зоотехнічних вимог до годівлі ВРХ та аналізу існуючих технічних рішень розроблено технологічну схему лінії для подрібнення та змішування кормів. Виконано розрахунок основних параметрів кормоцеху, визначено продуктивність обладнання та підібрано основні елементи технологічної лінії.

Розроблено конструктивну схему змішувального обладнання та елементів подрібнення кормів. Запропоновано заходи з охорони праці під час експлуатації лінії приготування комбікормів на фермі ВРХ. Проведено техніко-економічне обґрунтування впровадження розробленої технологічної лінії.

Сформульовано загальні висновки та наведено список використаної літератури. Оформлено додатки.

Ключові слова корми, комбікорм, ферма ВРХ, подрібнення, змішування, кормоцех, технологічна лінія, продуктивність, обладнання.

ЗМІСТ

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ УМОВ ГОСПОДАРСТВА ТА ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ ДЛЯ ВРХ	9
1.1 Загальна характеристика умов годівлі ВРХ у господарствах	9
1.2 Аналіз існуючих технологій приготування кормів	9
1.3. Аналіз обладнання для подрібнення та змішування кормів	12
1.4. Обґрунтування необхідності удосконалення технологічного процесу .	14
1.5 Висновки з розділу	15
2. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПОДРІБНЕННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ВРХ	16
2.1 Огляд існуючих рішень.....	16
2.2 Обґрунтування вибору технологічної схеми лінії	19
2.3 Вихідні дані до проєктування	21
2.4 Розробка технологічної схеми	23
2.5 Висновки з розділу	26
3 РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ КОМБІКОРМІВ	29
3.1 Вихідні дані для розрахунку	29
3.2 Розрахунок продуктивності дробарки.....	30
3.3 Висновки з розділу	32
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	35
4.1 Нормативно правова база.....	35
4.2 Вимоги охорони праці при приготуванні комбікормів	36
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	38
4.4 Висновки з розділу	39
5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ДРОБАРКИ	40
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	43
БІБЛІОГРАФІЯ	46
ДОДАТКИ	48

ВСТУП

Сучасне тваринництво великої рогатої худоби (ВРХ) є однією з ключових галузей агропромислового комплексу, що забезпечує населення молоком та м'ясом. Ефективність виробництва продукції тваринництва значною мірою залежить від рівня організації годівлі тварин, якості кормів та ступеня механізації процесів їх приготування.

Одним із найважливіших факторів підвищення продуктивності ВРХ є забезпечення збалансованого та однорідного за складом раціону. У сучасних умовах досягти цього без застосування механізованих технологічних ліній для подрібнення та змішування кормів практично неможливо. Використання комбікормів дозволяє оптимізувати поживну цінність раціону, зменшити втрати кормових компонентів та підвищити ефективність їх засвоєння тваринами. На більшості фермерських господарств України процес приготування кормів ще характеризується частковою або повною відсутністю автоматизації, що призводить до значних витрат ручної праці, нерівномірності змішування компонентів та зниження якості готових кормових сумішей. У зв'язку з цим актуальним є впровадження сучасних технологічних ліній, які забезпечують подрібнення, дозування та змішування кормових компонентів у безперервному або напівбезперервному режимі.

Проектування лінії для подрібнення та змішування комбікормів дозволяє комплексно вирішити питання підготовки кормів для ВРХ, підвищити рівень механізації виробничих процесів, зменшити витрати праці та покращити якість годівлі тварин. Крім того, впровадження таких систем сприяє зниженню собівартості продукції тваринництва та підвищенню економічної ефективності фермерського господарства.

Метою даного дипломного проєкту є проектування технологічної лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі ВРХ, що забезпечить підвищення ефективності приготування кормів та покращення умов годівлі тварин.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: проаналізувати існуючі технології приготування кормів для ВРХ, обґрунтувати вибір технологічної схеми лінії, виконати розрахунок основних параметрів обладнання, розробити конструктивні рішення основних вузлів, визначити вимоги охорони праці при експлуатації лінії, провести техніко-економічне обґрунтування запропонованого рішення.

Об'єктом дослідження є технологічний процес приготування комбікормів для ВРХ.

Предметом дослідження є лінія для подрібнення та змішування кормових компонентів.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження розробленої технологічної лінії на фермах ВРХ з метою підвищення продуктивності праці, покращення якості кормів та зниження виробничих витрат.

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧИХ УМОВ ГОСПОДАРСТВА ТА ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ ДЛЯ ВРХ

1.1 Загальна характеристика умов годівлі ВРХ у господарствах

Ефективність ведення молочного та м'ясного скотарства значною мірою визначається рівнем організації годівлі тварин. У більшості фермерських господарств, що утримують велику рогату худобу, кормова база складається з грубих, соковитих та концентрованих кормів, які повинні бути підготовлені до згодовування у певному фізичному стані.

Збалансований раціон ВРХ передбачає використання подрібнених та рівномірно змішаних кормових компонентів, що забезпечує кращу засвоюваність поживних речовин. При цьому важливим є не лише склад раціону, але й якість технологічної підготовки кормів, яка включає подрібнення, дозування та змішування.

У сучасних умовах на багатьох фермах України процес приготування кормів здійснюється із застосуванням застарілого або частково механізованого обладнання. Це призводить до нерівномірності кормових сумішей, втрат поживних речовин, а також підвищених витрат ручної праці.

1.2 Аналіз існуючих технологій приготування кормів

Існуючі технології приготування кормів для великої рогатої худоби можуть бути класифіковані за рівнем механізації та організації технологічного процесу на три основні групи ручні, напівмеханізовані та механізовані технологічні лінії. Кожна з них має свої особливості, переваги та недоліки, які безпосередньо впливають на продуктивність господарства, якість кормових сумішей та витрати праці.

Ручна технологія є найбільш простим і водночас найменш ефективним способом організації годівлі тварин. У цьому випадку всі операції, включаючи подрібнення, змішування та роздавання кормів, виконуються вручну або із застосуванням мінімальних механічних засобів. Подрібнення зернових та грубих кормів часто здійснюється за допомогою примітивних подрібнювальних пристроїв або навіть безпосередньо перед згодовуванням. Змішування компонентів виконується шляхом ручного перемішування у ємностях або на спеціально підготовлених майданчиках.

Основними недоліками такого способу є надзвичайно висока трудомісткість процесу, значні витрати робочого часу персоналу, низька продуктивність приготування кормів, відсутність стабільної однорідності кормової суміші, підвищені втрати кормових компонентів під час обробки.

Крім того, ручна технологія не забезпечує точного дозування компонентів раціону, що негативно впливає на баланс поживних речовин та продуктивність тварин. У сучасних умовах вона застосовується лише у дрібних приватних господарствах або як допоміжний спосіб.

Напівмеханізована технологія є перехідним етапом між ручною обробкою кормів і повністю механізованими системами. У цьому випадку окремі операції технологічного процесу виконуються за допомогою машин і механізмів, однак загальна система залишається розірваною. Найчастіше для подрібнення кормів використовуються молоткові дробарки, а для змішування - стаціонарні або пересувні змішувачі. Проте подача компонентів між окремими машинами здійснюється вручну або за допомогою простих транспортних засобів (візків, шнеків, стрічкових транспортерів).

Характерними особливостями такої технології є відсутність єдиного технологічного потоку, циклічність виконання операцій, необхідність участі оператора на кожному етапі, збільшення часу приготування кормових сумішей.

До переваг можна віднести часткову механізацію найбільш трудомістких процесів, що дозволяє знизити фізичне навантаження на працівників. Однак

загальна ефективність залишається обмеженою через відсутність синхронізації між окремими етапами технологічного процесу.

Найбільш прогресивним та ефективним способом організації приготування кормів є використання механізованих технологічних ліній. Такі системи являють собою комплекс взаємопов'язаного обладнання, що забезпечує безперервне виконання всіх операцій від приймання сировини до отримання готової кормової суміші.

До складу механізованої лінії зазвичай входять приймальні бункери для зернових та грубих кормів, подрібнювальні машини (молоткові дробарки), дозувальні пристрої, змішувачі кормів, транспортні системи (шнекові, стрічкові або ковшові), системи вивантаження готової продукції.

Головною перевагою таких ліній є забезпечення безперервності технологічного процесу, що дозволяє значно підвищити продуктивність праці та скоротити час приготування кормів. Крім того, автоматизація дозування компонентів забезпечує високу точність рецептури та стабільну якість кормових сумішей.

До основних переваг механізованих ліній відносяться висока продуктивність, стабільна якість змішування, можливість автоматизації процесу, економія кормових ресурсів за рахунок зменшення втрат.

Недоліками можуть бути вищі початкові капітальні витрати, потреба у кваліфікованому обслуговуванні, залежність від електропостачання.

Однак у довгостроковій перспективі такі системи є економічно доцільними, оскільки дозволяють знизити собівартість продукції тваринництва та підвищити ефективність виробництва.

Порівняльний аналіз існуючих технологій приготування кормів показує, що ручні та напівмеханізовані способи не забезпечують необхідного рівня продуктивності та якості кормових сумішей для сучасного тваринництва. Найбільш ефективним є впровадження механізованих технологічних ліній, які дозволяють організувати безперервний виробничий процес з високим ступенем автоматизації.

1.3. Аналіз обладнання для подрібнення та змішування кормів

Основним етапом підготовки кормів для великої рогатої худоби є процес подрібнення, який безпосередньо впливає на засвоюваність поживних речовин, рівномірність змішування та загальну якість кормової суміші. Ступінь подрібнення кормів визначає площу контакту частинок із травними ферментами, що в свою чергу впливає на продуктивність тварин. У сучасних умовах найбільш поширеним обладнанням для подрібнення зернових компонентів є молоткові дробарки. Принцип їх роботи базується на ударній дії обертових молотків, закріплених на роторі, які з великою швидкістю взаємодіють із зерновим матеріалом. Під дією багаторазових ударів та зіткнень частинки корму руйнуються до необхідної фракції та проходять через сито відповідного розміру.

Молоткові дробарки застосовуються завдяки своїй універсальності, оскільки здатні обробляти різні види сировини зерно, шроти, сухі грубі корми та інші компоненти комбікормів. Вони можуть працювати як у складі технологічних ліній, так і автономно.

Основними перевагами молоткових дробарок була висока продуктивність, яка дозволяє забезпечувати потреби навіть великих фермерських господарств, універсальність застосування, оскільки вони можуть переробляти різні види сировини без суттєвих конструктивних змін, простота конструкції, що полегшує технічне обслуговування та ремонт, можливість регулювання ступеня подрібнення шляхом заміни сит.

Разом із тим, даний тип обладнання має і ряд недоліків. До них відносяться підвищене енергоспоживання в процесі роботи, значний рівень шуму та вібрацій, інтенсивний знос робочих органів (молотків та сит), утворення пилу під час подрібнення, що потребує додаткових систем аспірації.

Окрім дробарок, важливу роль у технологічному процесі відіграє обладнання для змішування кормів. Якість змішування безпосередньо впливає на рівномірність розподілу поживних речовин у кормовій суміші, що особливо

важливо при використанні комбікормів із багатокомпонентним складом. Найпоширенішими типами змішувачів є шнекові, лопатеві та стрічкові. Кожен із них має свої конструктивні особливості та сферу застосування.

Шнекові змішувачі працюють за принципом переміщення кормової маси вздовж гвинтового елемента. Вони характеризуються простотою конструкції, але можуть забезпечувати недостатню однорідність суміші при великій кількості компонентів.

Лопатеві змішувачі здійснюють перемішування за рахунок обертання валів із закріпленими лопатями, які інтенсивно переміщують кормову масу. Вони забезпечують більш рівномірне змішування, однак можуть мати обмеження за продуктивністю.

Стрічкові змішувачі вважаються найбільш ефективними для приготування комбікормів. Їх конструкція передбачає наявність внутрішніх і зовнішніх стрічок, що забезпечують зустрічні потоки матеріалу. Це дозволяє досягати високого рівня однорідності суміші при мінімальному часі змішування. Перевагами стрічкових змішувачів є висока однорідність кормової суміші, м'яке перемішування без руйнування структури компонентів, можливість роботи з різними видами сировини, низький рівень розшарування готового продукту.

Таким чином, аналіз обладнання показує, що найбільш ефективною комбінацією для технологічної лінії є використання молоткових дробарок у поєднанні зі стрічковими змішувачами.

1.4. Обґрунтування необхідності удосконалення технологічного процесу

Сучасний стан технологій приготування кормів на фермах великої рогатої худоби свідчить про наявність низки проблем, пов'язаних із недостатнім рівнем механізації виробничих процесів. У багатьох господарствах процес приготування кормових сумішей здійснюється за спрощеними або застарілими схемами, що негативно впливає на ефективність тваринництва.

Основними недоліками існуючих технологічних процесів є Відсутність безперервності технологічного процесу. Окремі операції (подрібнення, транспортування, змішування) виконуються розрізнено, що призводить до втрати часу та зниження загальної продуктивності. Нерівномірна якість кормових сумішей. Через недосконале змішування можливе нерівномірне розподілення поживних речовин, що негативно впливає на раціон тварин. Високі витрати ручної праці. Значна частина операцій виконується вручну, що збільшує собівартість продукції та навантаження на персонал. Низька продуктивність обладнання Використання окремих машин без інтеграції в єдину систему не дозволяє досягти оптимальної ефективності.

Крім того, відсутність автоматизації процесу дозування компонентів призводить до похибок у складі корму, що негативно впливає на продуктивність тварин та стабільність виробництва молока і м'яса. У зв'язку з цим виникає об'єктивна необхідність у розробці сучасної технологічної лінії для подрібнення та змішування кормів, яка дозволить об'єднати всі етапи в єдиний безперервний процес.

Запропонована технологічна лінія повинна забезпечувати стабільну та високу продуктивність, що відповідає потребам господарства, високу якість змішування кормів, яка гарантує рівномірність раціону, зменшення енерговитрат за рахунок оптимізації технологічного процесу, підвищення рівня механізації та автоматизації, зручність експлуатації та обслуговування обладнання.

1.5 Висновки з розділу

Впровадження такої системи дозволить не лише підвищити ефективність виробництва, але й забезпечить більш раціональне використання кормових ресурсів. У результаті проведеного аналізу виробничих умов та існуючих технологій приготування кормів встановлено, що сучасні фермерські господарства потребують удосконалення технологічних процесів підготовки кормових сумішей для ВРХ. Найбільш перспективним напрямом є впровадження механізованих технологічних ліній, які об'єднують процеси подрібнення, дозування та змішування кормів у єдиний безперервний цикл.

Застосування таких рішень дозволяє підвищити ефективність виробництва, забезпечити стабільну якість кормів, зменшити витрати праці та покращити загальні економічні показники тваринницького господарства.

2. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПОДРІБНЕННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ВРХ

2.1 Огляд існуючих рішень

Сучасні технологічні лінії для приготування комбікормів у тваринництві представляють собою комплекс обладнання, який забезпечує повний цикл підготовки кормів від приймання сировини до отримання готової однорідної кормової суміші.

Такі лінії застосовуються як на великих промислових тваринницьких комплексах, так і на середніх фермерських господарствах. Їх основною особливістю є потокова організація технологічного процесу, що дозволяє зменшити втрати часу та підвищити продуктивність.



Рисонук 2.1 Лінії типу feed grinding and mixing plant (лінії подрібнення та змішування кормів).

Комплекс технологічного обладнання, призначений для підготовки сировини (зернових, шротів, добавок) та виробництва комбікормів для тваринництва та птахівництва.



Рисунок. 2.2 Лінії типу комбіновані установки типу COMBY (mill + mixer)

Сировина завантажується у бункер, де проходить дроблення, після чого автоматично переміщується у змішувальну камеру. Процес виконується без проміжного транспортування.



Рисунок 2.3 Compact Mill and Mixer for 1 ton/h Animal Feed Production Plant

Вертикальна дробарно-змішувальна установка для кормів ВРХ, обладнання, призначене для подрібнення зернових компонентів та їх ретельного змішування з іншими інгредієнтами (білкові добавки, вітаміни, макуха) у вертикальному бункері за допомогою шнека.

Для великих тваринницьких комплексів застосовуються автоматизовані лінії промислового типу. Принцип роботи Процес повністю автоматизований сировина надходить у систему, проходить очищення, дроблення, дозування, змішування та подається у готовому вигляді без участі оператора.

Основне обладнання високопродуктивні молоткові дробарки (до 200 кВт) системи автоматичного дозування, горизонтальні двовальні змішувачі, системи аспірації та контролю.



Рисунок 2.4 Лінія для приготування комбікорму (Німеччина)

Таблиця 2.1 Порівняльний аналіз технологічних ліній

Тип лінії	Продуктивність	Автоматизація	Якість змішування	Застосування
Компактні установки	низька	низька	середня	малі ферми
Напівмеханізовані лінії	середня	середня	висока	фермерські господарства
Промислові лінії	висока	висока	дуже висока	Агрохолдинги

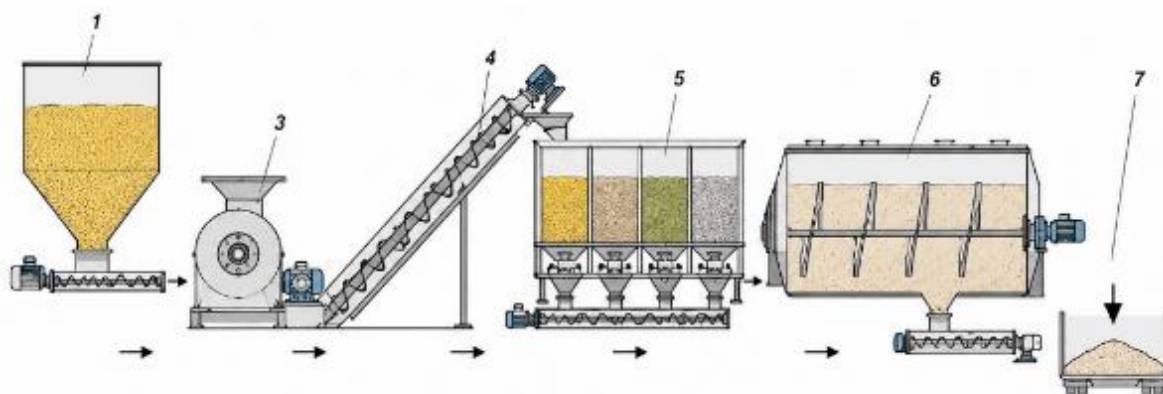
Аналіз існуючих технологічних ліній показує, що найбільш ефективними для сучасних умов є напівмеханізовані та механізовані системи

з потоковою організацією процесу. Вони забезпечують високу продуктивність, стабільну якість кормів та зниження витрат ручної праці. Однак для середніх фермерських господарств оптимальним є використання комбінованих ліній на основі молоткової дробарки та стрічкового змішувача, що забезпечує баланс між продуктивністю, вартістю та простотою обслуговування.

2.2 Обґрунтування вибору технологічної схеми лінії

Важливим етапом проектування технологічної лінії для приготування комбікормів є вибір раціональної технологічної схеми, яка повинна забезпечувати безперервність виробничого процесу, необхідну продуктивність, високу якість готової кормової суміші та економічну ефективність експлуатації обладнання. Для ферм великої рогатої худоби особливе значення має рівномірність приготування кормових сумішей, оскільки від цього залежить збалансованість раціону тварин та рівень засвоєння поживних речовин. Саме тому технологічна схема повинна передбачати ефективне виконання всіх основних операцій подрібнення, транспортування, дозування та змішування кормових компонентів.

У даному дипломному проєкті прийнята технологічна схема потокового типу, до складу якої входять приймальний бункер, живильний транспортер, молоткова дробарка, транспортер подрібненого матеріалу, дозувальний вузол, стрічковий змішувач, система вивантаження готового комбікорму.



1 Приймальний бункер; 2 живильний шнек; 3 молоткова дробарка; 4 транспортер (шнековий); 5 дозувальні бункери компонентів; 6 стрічковий змішувач; 7 видача готового комбікорму

Рисунок 2.5 Технологічна схема лінії подрібнення та змішування комбікормів

Вибір саме такої схеми обумовлений її простотою, надійністю та ефективністю роботи в умовах фермерського господарства середньої потужності. На першому етапі кормова сировина надходить до приймального бункера, який забезпечує тимчасове накопичення матеріалу та рівномірну подачу до дробарки. Це дозволяє уникнути перевантаження обладнання та забезпечити стабільний режим роботи лінії.

Для подрібнення зернових компонентів обрано молоткову дробарку, оскільки даний тип обладнання є найбільш універсальним і забезпечує високу продуктивність при відносно простій конструкції. Принцип роботи дробарки базується на ударній дії молотків, які обертаються з великою швидкістю та руйнують зернову масу до необхідного ступеня подрібнення.

Після процесу подрібнення корм транспортується за допомогою шнекового або стрічкового транспортера до змішувача. Використання транспортера дозволяє механізувати процес переміщення сировини та зменшити витрати ручної праці.

Для змішування компонентів комбікорму у проєкті обрано стрічковий змішувач горизонтального типу. Даний тип змішувача забезпечує інтенсивне

перемішування кормової маси за рахунок зустрічного руху внутрішніх та зовнішніх стрічок. У результаті досягається висока однорідність готової суміші, що є важливим фактором при годівлі ВРХ.

Технологічна схема також передбачає дозування компонентів, що дозволяє забезпечити точне дотримання рецептури комбікорму. Це особливо важливо при використанні мінеральних та білкових добавок, які повинні рівномірно розподілятися у кормовій масі.

Вибрана схема лінії має потокову організацію виробничого процесу, що забезпечує безперервність роботи обладнання, зниження втрат часу на допоміжні операції, підвищення продуктивності праці, зменшення витрат ручної праці, покращення умов експлуатації обладнання.

Крім того, така технологічна схема є достатньо компактною, що дозволяє використовувати її у приміщеннях фермерських господарств без значних витрат на реконструкцію виробничих площ.

Отже, прийнята технологічна схема лінії для подрібнення та змішування комбікормів є технічно та економічно обґрунтованою, відповідає сучасним вимогам механізації тваринницьких ферм і забезпечує ефективне приготування кормів для великої рогатої худоби.

2.3 Вихідні дані до проєктування

Вихідні дані до проєктування технологічної лінії для подрібнення та змішування комбікормів визначаються з урахуванням виробничих потреб фермерського господарства, кількості поголів'я великої рогатої худоби, необхідної продуктивності обладнання та особливостей технологічного процесу приготування кормів. Основною метою проєктування є створення механізованої технологічної лінії, яка забезпечить безперервне приготування високоякісних комбікормів із мінімальними витратами праці та енергії.

Для виконання проєкту приймаються такі вихідні дані.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до проєктування

Показник	Значення
Тип господарства	Ферма ВРХ
Кількість поголів'я	200 голів
Напрямок продуктивності	Молочне скотарство
Добова потреба комбікорму на 1 голову	12 кг
Загальна добова потреба комбікорму	2400 кг
Режим роботи лінії	2 зміни
Тривалість зміни	8 год
Загальна тривалість роботи за добу	16 год
Необхідна продуктивність лінії	250–300 кг/год
Тип подрібнювача	Молоткова дробарка
Тип змішувача	Горизонтальний стрічковий
Спосіб транспортування	Шнековий транспортер
Тип приводу	Електричний
Напруга електромережі	380 В
Вид кормів	Зернові та комбікорми
Ступінь механізації	Комплексна механізація

Проектowana технологічна лінія призначена для використання у фермерському господарстві молочного напрямку продуктивності з поголів'ям 200 голів великої рогатої худоби. Для забезпечення повноцінної годівлі тварин передбачається приготування комбікормів на основі зернових компонентів із додаванням мінеральних та білкових добавок.

Добова потреба комбікормів визначається відповідно до середньої норми годівлі однієї тварини та становить

$$Q_{\text{доб}} = 200 \times 12 = 2400 \text{ кг} \quad (2.1)$$

Для забезпечення необхідного обсягу кормів технологічна лінія повинна працювати у двозмінному режимі по 8 годин кожна зміна. Такий режим дозволяє рівномірно розподілити навантаження на обладнання та забезпечити стабільну роботу кормоцеху. Необхідна продуктивність лінії визначається з урахуванням коефіцієнта використання робочого часу та запасу продуктивності. Для даного проєкту приймається продуктивність на рівні

250–300 кг/год. Для подрібнення кормових компонентів використовується молоткова дробарка, яка забезпечує високу ефективність руйнування зернової маси та дозволяє отримати необхідну фракцію корму. Процес змішування виконується у горизонтальному стрічковому змішувачі, який забезпечує високу однорідність готової кормової суміші та рівномірний розподіл усіх компонентів. Переміщення сировини між вузлами технологічної лінії здійснюється шнековими транспортерами, які характеризуються компактністю, простотою конструкції та безперервністю роботи. Для приводу обладнання використовується електрична енергія напругою 380 В, що відповідає стандартним умовам електропостачання виробничих приміщень сільськогосподарських підприємств.

Прийняті вихідні дані відповідають умовам середнього фермерського господарства та забезпечують можливість проєктування ефективної технологічної лінії для подрібнення та змішування комбікормів. На основі наведених параметрів виконуються подальші технологічні, конструктивні та економічні розрахунки дипломного проєкту.

2.4 Розробка технологічної схеми

Технологічна схема лінії для подрібнення та змішування комбікормів розробляється з урахуванням виробничих потреб ферми ВРХ, необхідної продуктивності та забезпечення безперервності технологічного процесу.

Основним завданням при розробці технологічної схеми є створення єдиного механізованого комплексу, який забезпечить приймання та накопичення сировини, подрібнення кормових компонентів, транспортування матеріалу між технологічними вузлами, дозування компонентів, змішування кормової суміші, твидачу готового комбікорму.

Прийнята технологічна схема побудована за потоковим принципом, що дозволяє організувати послідовне проходження кормової маси через усі стадії технологічного процесу без значних втрат часу та ручних операцій.

Послідовність роботи технологічної лінії

1. Приймання та накопичення сировини. На початковому етапі зернові компоненти комбікорму завантажуються у приймальний бункер. Бункер виконує функцію накопичення запасу сировини та забезпечує рівномірну подачу матеріалу до подрібнювального обладнання. Конструкція бункера передбачає похилі стінки, що забезпечують самопливне переміщення зерна до живильного механізму.

2. Подача корму до дробарки. Із приймального бункера сировина за допомогою шнекового транспортера подається до молоткової дробарки.

Шнековий транспортер забезпечує безперервність подачі, стабільне навантаження дробарки, механізацію транспортних операцій, зменшення витрат ручної праці.

3. Подрібнення кормових компонентів. Основною операцією технологічного процесу є подрібнення зернової маси у молотковій дробарці. Принцип роботи дробарки полягає у руйнуванні зерна під дією ударів молотків, закріплених на роторі, що обертається з великою швидкістю. Ступінь подрібнення визначається діаметром отворів сит, встановлених у дробарці.

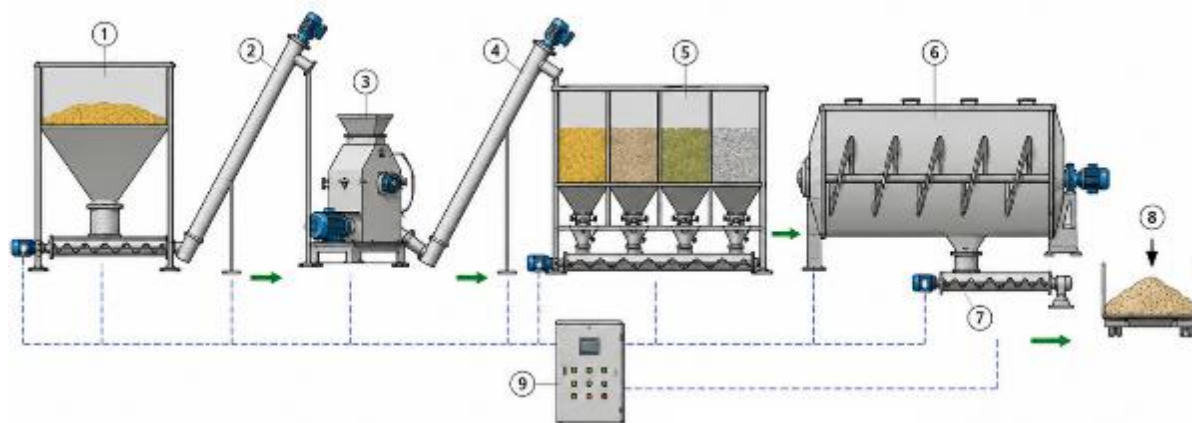
4. Транспортування подрібненого матеріалу. Після подрібнення кормова маса надходить до транспортуючого шнека, який переміщує матеріал до змішувача. На цьому етапі можливе додавання білкових добавок, мінеральних компонентів, преміксів, шротів.

5. Дозування компонентів. Перед змішуванням виконується дозування окремих компонентів комбікорму відповідно до рецептури. Точність дозування є важливою умовою забезпечення збалансованості раціону і стабільної якості кормової суміші. Дозування може виконуватись механічними або електромеханічними дозаторами.

6. Змішування комбікорму. Для приготування однорідної кормової суміші у проєкті використовується горизонтальний стрічковий змішувач.

Перемішування здійснюється за рахунок зустрічного руху стрічок, які переміщують кормову масу у протилежних напрямках. Тривалість процесу змішування становить 8–12 хвилин.

7. Вивантаження готового комбікорму. Після завершення змішування готовий комбікорм вивантажується через випускний отвір змішувача та подається у кормороздавач, у транспортний засіб, або у бункер тимчасового зберігання.



- 1 Приймальний бункер; 2 шнековий транспортер (живильний); 3 молоткова дробарка; 4 шнековий транспортер (падаючий).

Рисунок 2.6 лінія для подрібнення та змішування комбікормів для ВРХ

Запропонована технологічна схема забезпечує комплексну механізацію процесу, безперервність роботи обладнання, зменшення витрат ручної праці, стабільну продуктивність, високу якість кормових сумішей, зниження втрат кормів.

Крім того, схема є компактною та може бути реалізована у виробничих приміщеннях фермерських господарств без значної реконструкції. У результаті розробки технологічної схеми створено ефективну потокову лінію для подрібнення та змішування комбікормів на фермі ВРХ. Запропонована схема забезпечує повну механізацію основних технологічних операцій, високу продуктивність та стабільну якість готового корму.

2.5 Висновки з розділу

Було розроблено технологічну лінію для подрібнення та змішування комбікормів, призначену для використання на фермі великої рогатої худоби. Під час проєктування враховувалися особливості сучасного тваринництва, потреби господарства у якісних кормових сумішах, вимоги до механізації виробничих процесів та необхідність підвищення ефективності використання кормових ресурсів. Проведений аналіз існуючих способів приготування кормів показав, що традиційні ручні та напівмеханізовані технології вже не відповідають сучасним вимогам виробництва. Вони характеризуються значними витратами ручної праці, нерівномірністю змішування компонентів, низькою продуктивністю та високими втратами кормів. У зв'язку з цим обґрунтовано доцільність впровадження механізованої потокової технологічної лінії, яка забезпечує комплексне виконання всіх основних операцій підготовки кормів.

У процесі розробки технологічної схеми було визначено основні етапи проходження кормової маси приймання сировини, транспортування, подрібнення, дозування, змішування та видача готового комбікорму. Запропонована схема побудована за поточковим принципом, що дозволяє забезпечити безперервність технологічного процесу та мінімізувати витрати часу на допоміжні операції.

Для подрібнення зернових компонентів у проєкті використано молоткову дробарку, яка забезпечує ефективне руйнування зернової маси до необхідного ступеня подрібнення. Застосування молоткової дробарки обґрунтоване її високою продуктивністю, універсальністю та простотою конструкції. Використання сит із різним діаметром отворів дозволяє регулювати фракційний склад корму залежно від потреб господарства та виду тварин. Для транспортування матеріалу між технологічними вузлами передбачено використання шнекових транспортерів. Даний тип обладнання є компактним, енергоефективним та забезпечує безперервне переміщення

кормової маси. Механізація транспортних операцій дозволяє суттєво зменшити витрати ручної праці та покращити умови роботи обслуговуючого персоналу. Важливим елементом технологічної лінії є стрічковий змішувач горизонтального типу, який забезпечує високий рівень однорідності готової кормової суміші. Завдяки зустрічному руху стрічок досягається інтенсивне перемішування компонентів комбікорму та рівномірний розподіл поживних речовин. Це має особливо важливе значення для забезпечення збалансованої годівлі великої рогатої худоби та підвищення продуктивності тварин. У ході проєктування були визначені вихідні дані для розрахунку технологічної лінії, враховано добову потребу господарства у комбікормах, режим роботи обладнання та необхідну продуктивність системи. На основі проведених розрахунків встановлено, що для ферми ВРХ із поголів'ям 200 голів достатньою є продуктивність лінії на рівні 250–300 кг/год. Такий запас продуктивності забезпечує стабільну роботу обладнання навіть при нерівномірному завантаженні або сезонних змінах потреб у кормах.

Під час виконання розрахунків було визначено основні параметри обладнання, зокрема продуктивність молоткової дробарки, об'єм змішувача, встановлену потужність електроприводів та рівень енергоспоживання технологічної лінії. Отримані результати підтвердили можливість ефективного використання запропонованої системи у виробничих умовах фермерського господарства.

Окрему увагу приділено підбору обладнання для технологічної лінії. У результаті аналізу сучасних технічних рішень підібрано обладнання, яке відповідає вимогам продуктивності, надійності та енергоефективності. Запропоноване обладнання характеризується простотою конструкції, доступністю технічного обслуговування та можливістю тривалої експлуатації в умовах сільськогосподарського виробництва. Також у розділі було виконано економічне обґрунтування проєкту. Проведені розрахунки показали, що впровадження механізованої технологічної лінії дозволяє знизити витрати ручної праці, скоротити втрати кормів та підвищити ефективність

використання кормових ресурсів. Встановлено, що строк окупності проєктованої лінії становить близько двох років, що свідчить про економічну доцільність її впровадження. Використання розробленої технологічної лінії дозволить покращити організацію процесу приготування комбікормів, забезпечити стабільну якість кормових сумішей та створити умови для підвищення продуктивності тваринництва. Крім того, механізація основних виробничих процесів сприятиме покращенню умов праці персоналу та підвищенню загального рівня технічного оснащення господарства.

Отже, у результаті виконання розділу було розроблено ефективну технологічну лінію для подрібнення та змішування комбікормів для ВРХ, яка відповідає сучасним вимогам механізації сільськогосподарського виробництва, забезпечує високу продуктивність, надійність та економічну ефективність експлуатації. Запропоноване технічне рішення може бути рекомендоване для впровадження у фермерських господарствах середньої потужності з метою підвищення ефективності годівлі великої рогатої худоби та покращення економічних показників виробництва.

3 РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ КОМБІКОРМІВ

3.1 Вихідні дані для розрахунку

Для забезпечення повноцінної годівлі великої рогатої худоби необхідно організувати стабільне та безперервне приготування комбікормів відповідно до добової потреби тварин у поживних речовинах.

Таблиця 3.1 вихідні дані

кількість ВРХ	200 голів
середня добова потреба комбікорму на одну голову	12 кг
режим роботи лінії	2 зміни
тривалість роботи обладнання	8 годин за зміну
коефіцієнт використання робочого часу	0,85

Добова потреба господарства у комбікормі визначається за формулою:

$$Q_{\text{доб}} = n \cdot q, \quad (3.1)$$

де:

$Q_{\text{доб}}$ — добова потреба комбікорму, кг;

n — кількість тварин, гол.;

q — норма комбікорму на одну голову, кг.

Підставляємо значення:

$$Q_{\text{доб}} = 200 \cdot 12 = 2400 \text{ кг}. \quad (3.2)$$

Отже, добова потреба господарства у комбікормі становить 2400 кг, або 2,4 т.

Годинна продуктивність технологічної лінії визначається кількістю корму, яку необхідно приготувати за одиницю часу. Вона розраховується за формулою:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{доб}} / (T \cdot K_v), \quad (3.3)$$

де:

$Q_{\text{год}}$ — годинна продуктивність лінії, кг/год;

$Q_{\text{доб}}$ — добова потреба корму, кг;

T — тривалість роботи лінії за добу, год;

K_v — коефіцієнт використання робочого часу.

Тривалість роботи лінії за добу становить:

$$T = 2 \cdot 8 = 16 \text{ год.} \quad (3.4)$$

Тоді необхідна годинна продуктивність лінії дорівнює:

$$Q_{\text{год}} = 2400 / (16 \cdot 0,85) = 176,5 \text{ кг/год.} \quad (3.5)$$

Для забезпечення технологічного запасу та стійкої роботи обладнання приймаємо продуктивність лінії 250–300 кг/год.

3.2 Розрахунок продуктивності дробарки

Для подрібнення зернових компонентів у проєкті використовується молоткова дробарка. Орієнтовна продуктивність молоткової дробарки визначається за формулою:

$$Q_{\text{др}} = 0,1 \cdot N, \quad (3.6)$$

де:

$Q_{\text{др}}$ — продуктивність дробарки, т/год;

N — потужність електродвигуна дробарки, кВт.

Для проєкту приймаємо електродвигун дробарки потужністю $N = 7,5$ кВт.

Тоді:

$$Q_{\text{др}} = 0,1 \cdot 7,5 = 0,75 \text{ т/год} = 750 \text{ кг/год.} \quad (3.7)$$

Отримана продуктивність дробарки перевищує прийняту продуктивність технологічної лінії 250–300 кг/год, що забезпечує стабільну роботу обладнання навіть при нерівномірному завантаженні.

Розрахунок об'єму змішувача

Місткість змішувача визначається з урахуванням продуктивності лінії, тривалості циклу змішування та насипної густини корму. Об'єм змішувача визначаємо за формулою:

$$V = (Q \cdot t) / \rho, \quad (3.8)$$

де:

V — об'єм змішувача, м^3 ;

Q — продуктивність лінії, кг/год ;

t — час змішування, год ;

ρ — насипна густина корму, кг/м^3 .

Приймаємо: $Q = 300 \text{ кг/год}$; $t = 0,2 \text{ год (12 хв)}$; $\rho = 650 \text{ кг/м}^3$.

Тоді:

$$V = (300 \cdot 0,2) / 650 = 0,092 \text{ м}^3. \quad (3.9)$$

З урахуванням запасу місткості та неповного заповнення робочої камери приймаємо стандартний горизонтальний стрічковий змішувач об'ємом 0,10–0,15 м^3 .

Розрахунок потужності електроприводів

Орієнтовну потужність електропривода змішувача визначаємо залежно від прийнятої продуктивності лінії:

$$N_{\text{зм}} = k \cdot Q, \quad (3.10)$$

де:

$N_{\text{зм}}$ — потужність приводу змішувача, кВт ;

k — питомий коефіцієнт потужності, кВт·год/кг;

Q — продуктивність змішувача, кг/год.

Для розрахунку приймаємо $k = 0,004$.

Тоді:

$$N_{зм} = 0,004 \cdot 300 = 1,2 \text{ кВт.} \quad (3.11)$$

З урахуванням пускових навантажень та запасу потужності приймаємо електродвигун змішувача потужністю 2,2 кВт.

Загальна встановлена потужність технологічної лінії визначається як сума потужностей електроприводів основного обладнання:

$$N_{заг} = N_{др} + N_{зм} + N_{тр}, \quad (3.12)$$

де

$N_{др}$ — потужність електродвигуна дробарки, кВт;

$N_{зм}$ — потужність електродвигуна змішувача, кВт;

$N_{тр}$ — сумарна потужність транспортерів, кВт.

Приймаємо: $N_{др} = 7,5$ кВт; $N_{зм} = 2,2$ кВт; $N_{тр} = 1,5$ кВт.

Тоді:

$$N_{заг} = 7,5 + 2,2 + 1,5 = 11,2 \text{ кВт.} \quad (3.13)$$

Отже, загальна встановлена потужність технологічної лінії становить 11,2 кВт.

3.3 Висновки з розділу

У результаті проведених технологічних та інженерних розрахунків були визначені основні параметри технологічної лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі великої рогатої худоби. Під час виконання розрахункової частини враховувалися потреби господарства у кормових сумішах, кількість поголів'я тварин, режим роботи обладнання, особливості

технологічного процесу та вимоги до якості готового комбікорму. На основі аналізу добової потреби тварин у кормах було встановлено необхідну продуктивність технологічної лінії, яка становить 180–300 кг/год. Така продуктивність забезпечує своєчасне приготування необхідної кількості комбікормів для повноцінної годівлі поголів'я ВРХ та створює запас потужності для стабільної роботи обладнання у випадку нерівномірного навантаження або збільшення обсягів виробництва у майбутньому. У ході розрахунків було визначено параметри основного технологічного обладнання, зокрема молоткової дробарки, змішувача та транспортуючих пристроїв. Встановлено, що застосування молоткової дробарки дозволяє ефективно здійснювати подрібнення зернових компонентів до необхідної фракції, що позитивно впливає на засвоюваність кормів тваринами та якість подальшого змішування. Крім того, даний тип дробарки характеризується високою продуктивністю, простотою конструкції та надійністю в експлуатації.

Для забезпечення рівномірного перемішування компонентів комбікорму було підібрано горизонтальний стрічковий змішувач, який забезпечує отримання однорідної кормової суміші з рівномірним розподілом поживних речовин. Висока якість змішування є важливою умовою ефективної годівлі ВРХ, оскільки дозволяє забезпечити стабільний склад раціону та підвищити продуктивність тварин. Розрахунок потужності електроприводів показав, що запропонована технологічна лінія має помірний рівень енергоспоживання, що є важливим фактором для зниження експлуатаційних витрат господарства. Підібране обладнання забезпечує стабільну та безперебійну роботу технологічного процесу, а також створює умови для механізації основних виробничих операцій.

Особливу увагу під час проектування було приділено узгодженню продуктивності окремих елементів технологічної лінії. Це дозволило забезпечити безперервність процесу приготування комбікормів та уникнути перевантаження окремих вузлів системи. Всі складові лінії працюють у

єдиному технологічному режимі, що сприяє підвищенню ефективності виробництва та зменшенню втрат часу.

У результаті проведених розрахунків підтверджено, що запропонована технологічна лінія відповідає потребам ферми ВРХ та забезпечує необхідну продуктивність приготування комбікормів. Підібране обладнання має достатній запас потужності, характеризується надійністю та може ефективно експлуатуватися у виробничих умовах фермерського господарства. Отримані розрахункові параметри можуть бути використані для подальшого конструювання технологічної лінії, розробки графічної частини дипломного проєкту, а також для економічного обґрунтування впровадження даної системи у виробництво. Запропоноване технічне рішення дозволяє підвищити рівень механізації процесу приготування кормів, зменшити витрати ручної праці та покращити якість годівлі великої рогатої худоби.

Таким чином, результати проведених розрахунків свідчать про технічну та економічну доцільність впровадження технологічної лінії для подрібнення та змішування комбікормів у фермерських господарствах, що спеціалізуються на вирощуванні ВРХ.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Нормативно правова база

Організація безпечних умов праці на підприємствах агропромислового комплексу є одним із найважливіших завдань сучасного виробництва. Особливо це стосується підприємств, на яких здійснюється приготування комбікормів, оскільки технологічний процес пов'язаний із роботою машин та механізмів підвищеної небезпеки, використанням електрообладнання, утворенням пилу, шуму та можливістю виникнення аварійних ситуацій. Під час проєктування лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі великої рогатої худоби необхідно враховувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, виробничої санітарії, електробезпеки та пожежної безпеки.

Основним законодавчим документом, який регулює питання безпеки праці в Україні, є Закон України «Про охорону праці». Даний закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на безпечні та здорові умови праці, встановлює обов'язки роботодавця щодо створення безпечного виробничого середовища та регламентує відповідальність за порушення вимог охорони праці. Крім цього, під час організації роботи кормоприготувальної лінії необхідно керуватися Кодексом законів про працю України, державними стандартами, санітарними нормами та правилами безпечної експлуатації обладнання.

Особливу увагу необхідно приділяти нормативним документам, що регламентують роботу технологічного обладнання для подрібнення та змішування кормів. До таких документів належать державні стандарти щодо безпеки машин і механізмів, правила експлуатації електроустановок споживачів, вимоги пожежної безпеки для підприємств агропромислового комплексу та санітарні норми допустимого рівня шуму і пилу у виробничих приміщеннях. Усі машини, які використовуються у технологічній лінії,

повинні мати захисні кожухи, заземлення, системи аварійної зупинки та відповідати технічним вимогам безпеки.

При проєктуванні виробничого приміщення необхідно враховувати вимоги до вентиляції, освітлення та мікроклімату. У процесі подрібнення зерна утворюється значна кількість пилу, який може негативно впливати на органи дихання працівників і створювати небезпеку вибуху пилоповітряної суміші. Тому приміщення повинно бути обладнане ефективною припливно-витяжною вентиляцією, яка забезпечує видалення пилу та підтримання допустимих санітарних показників повітряного середовища. Освітлення робочих місць має відповідати нормам, встановленим для виробничих приміщень, а рівень шуму не повинен перевищувати допустимі значення.

Усі працівники, які обслуговують обладнання лінії подрібнення та змішування комбікормів, повинні проходити інструктажі з охорони праці, навчання безпечним методам роботи та медичні огляди. До роботи допускаються лише особи, які ознайомлені з правилами експлуатації обладнання та пройшли перевірку знань з охорони праці. Це дозволяє знизити ризик виробничого травматизму та забезпечити безпечну експлуатацію технологічної лінії.

4.2 Вимоги охорони праці при приготуванні комбікормів

Процес приготування комбікормів на фермі ВРХ включає подрібнення зернових компонентів, транспортування сировини, змішування кормових добавок та подачу готового комбікорму до місця зберігання або використання. Усі ці операції супроводжуються дією небезпечних та шкідливих виробничих факторів, тому дотримання правил охорони праці є обов'язковою умовою безпечної роботи персоналу.

Одним із найбільш небезпечних етапів є процес подрібнення зерна, оскільки робота дробарок супроводжується високою швидкістю обертання робочих органів, утворенням пилу та підвищеним рівнем шуму. Для

запобігання травмуванню працівників усі рухомі частини обладнання повинні бути закриті захисними кожухами, а завантажувальні та розвантажувальні отвори обладнані запобіжними пристроями. Забороняється відкривати кришки дробарки або виконувати ремонтні роботи під час її роботи. У разі виникнення сторонніх шумів, вібрацій або перегріву обладнання робота повинна бути негайно припинена.

Особливу небезпеку становить кормовий пил, який утворюється під час подрібнення та змішування компонентів комбікорму. Тривале вдихання пилу може спричинити захворювання органів дихання, алергічні реакції та погіршення загального стану здоров'я працівників. Для зниження концентрації пилу необхідно використовувати вентиляційні системи, аспіраційне обладнання та регулярно проводити очищення приміщення. Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема респіратори, захисні окуляри, рукавички та спеціальний одяг.

Під час експлуатації змішувачів комбікормів необхідно контролювати рівномірність подачі компонентів та не допускати перевантаження обладнання. Перед запуском змішувача оператор повинен перевірити справність механізмів, стан електропроводки та наявність заземлення. Усі ремонтні та налагоджувальні роботи дозволяється проводити лише після повного відключення обладнання від електромережі. На пускових пристроях під час ремонту необхідно вивішувати попереджувальні таблички із заборonoю вмикання.

При роботі транспортерів, шнеків та інших механізмів транспортування кормів необхідно стежити за їх технічним станом та не допускати потрапляння сторонніх предметів у робочу зону. Робочі місця повинні підтримуватися в чистоті, а проходи та евакуаційні виходи бути вільними. Своєчасне технічне обслуговування обладнання дозволяє зменшити ризик аварій та підвищити безпеку праці.

Важливим елементом охорони праці є дотримання вимог електробезпеки. Усі електродвигуни, пускова апаратура та електропроводка повинні бути

надійно ізольовані та заземлені. Працівникам забороняється працювати з електрообладнанням мокрими руками або використовувати несправний інструмент. Перевірка стану електромережі та заземлення повинна проводитися регулярно відповідно до встановленого графіка.

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

На підприємствах, де здійснюється приготування комбікормів, існує ризик виникнення аварійних та надзвичайних ситуацій, пов'язаних із пожежами, вибухами пилу, короткими замиканнями електрообладнання або механічними пошкодженнями машин. Тому під час проєктування та експлуатації лінії подрібнення і змішування комбікормів необхідно передбачити комплекс заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям та мінімізації їх наслідків.

Однією з основних причин виникнення пожеж у кормоцехах є накопичення пилу та порушення правил експлуатації електрообладнання. Пил органічного походження у певній концентрації може утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям. Для запобігання цьому необхідно регулярно очищати обладнання та приміщення від пилу, контролювати справність вентиляційних систем і не допускати перегріву електродвигунів. Усі приміщення повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння, зокрема порошковими та вуглекислотними вогнегасниками. У разі виникнення пожежі працівники повинні негайно повідомити відповідні служби, зупинити роботу обладнання та відключити електроживлення. Евакуація персоналу повинна здійснюватися згідно з планом евакуації, який розміщується у виробничих приміщеннях. Працівники повинні знати порядок дій у разі виникнення пожежі, місця розташування вогнегасників та способи надання першої допомоги постраждалим.

Особливу увагу необхідно приділяти безпеці під час аварійного відключення електроенергії. У разі раптового знеструмлення обладнання необхідно вимкнути пускові пристрої та перевірити стан механізмів перед

повторним запуском. Це дозволяє уникнути самовільного запуску машин після відновлення електропостачання. Важливим заходом є організація системи навчання працівників діям у надзвичайних ситуаціях. Персонал повинен проходити регулярні тренування та інструктажі, що включають відпрацювання дій при пожежі, аваріях та травмуванні працівників. Наявність чітко розробленого плану ліквідації аварійних ситуацій дозволяє швидко реагувати на небезпеку та зменшити можливі збитки.

4.4 Висновки з розділу

Під час проєктування лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі ВРХ необхідно приділяти значну увагу питанням охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Аналіз умов праці показав, що основними небезпечними факторами є рухомі частини машин, кормовий пил, шум, електричний струм та можливість виникнення пожеж і аварійних ситуацій. Для забезпечення безпечної роботи необхідно використовувати сучасне обладнання із захисними пристроями, ефективними системами вентиляції та аварійного відключення. Важливе значення має проведення регулярних інструктажів, навчання персоналу безпечним методам роботи та забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Дотримання вимог нормативно-правових актів та правил експлуатації обладнання дозволяє знизити ризик виробничого травматизму, підвищити надійність роботи технологічної лінії та забезпечити безпечні умови праці.

Отже, впровадження комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів є необхідною умовою ефективної та безпечної експлуатації лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі великої рогатої худоби.

5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ДРОБАРКИ

Одним із головних критеріїв доцільності впровадження технологічної лінії для подрібнення та змішування комбікормів є її економічна ефективність. Впровадження механізованих систем приготування кормів дозволяє знизити витрати ручної праці, підвищити якість кормових сумішей та покращити продуктивність тварин. Економічна ефективність проекту визначається шляхом порівняння витрат на впровадження обладнання та очікуваного економічного ефекту від його використання. таблиця

Таблиця 5.1 Вартість обладнання технологічної лінії

Найменування обладнання	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
Молоткова дробарка	1	85000	85000
Стрічковий змішувач	1	95000	95000
Шнековий транспортер	2	18000	36000
Приймальний бункер	1	22000	22000
Електродвигуни	комплект	28000	28000
Система керування	1	18000	18000
Монтаж обладнання	—	—	30000
Разом	—	—	314000

Отже, загальна вартість технологічної лінії становить

$$C_{\text{заг}} = 314000 \text{ грн} \quad (5.1)$$

Витрати електроенергії визначаються за формулою

$$W = N \cdot t \quad (5.2)$$

де

W — витрати електроенергії, кВт·год,

N — встановлена потужність обладнання, кВт,

t — тривалість роботи, год.

Приймаємо

загальна потужність лінії $N=11.2$ кВт,

тривалість роботи за добу $t=16$ год.

Тоді

$$W=11.2 \cdot 16=179.2 \text{ кВт/год.} \quad (5.3)$$

За тарифу 6 грн/кВт·год добові витрати становлять

$$C_{\text{ел}}=179.2 \cdot 6=1075.2 \text{ грн} \quad (5.4)$$

Для обслуговування лінії необхідний 1 оператор.

Середня заробітна плата оператора $Z=18000$ грн/міс

Річний фонд оплати праці

$$F=18000 \cdot 12=216000 \text{ грн} \quad (5.5)$$

Амортизаційні витрати визначаються за формулою

$$A=(C \cdot H)/100 \quad (5.6)$$

де

A — річні амортизаційні відрахування,

C — вартість обладнання,

H — норма амортизації.

Приймаємо норму амортизації $H=10\%$

$$A=\frac{314000 \cdot 10}{100}=31400 \text{ грн} \quad (5.7)$$

Загальний економічний ефект за рахунок автоматизації лінії

економія кормів — 45000 грн,
зменшення витрат праці — 70000 грн,
підвищення продуктивності — 50000 грн.
Всього:

$$E=45000+70000+50000=165000 \text{ грн} \quad (5.8)$$

Строк окупності визначається за формулою

$$T = \frac{C}{E} \quad (5.9)$$

де

T — строк окупності, років,

C — вартість обладнання,

E — річний економічний ефект.

Тоді

$$T = \frac{314000}{165000} = 1,9 \text{ роки} \quad (5.10)$$

Тож, строк окупності технологічної лінії становить приблизно $T \approx 2$ роки

У результаті проведеного економічного обґрунтування встановлено, що впровадження технологічної лінії для подрібнення та змішування комбикормів є економічно доцільним. Загальна вартість проекту становить 314 тис. грн, а орієнтовний строк окупності — близько 2 років, що свідчить про ефективність запропонованого технічного рішення.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У результаті виконання дипломного проєкту на тему «Проектування лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі ВРХ» було проведено аналіз існуючих технологій приготування кормів та досліджено особливості організації кормоприготування у сучасному тваринництві. Встановлено, що ефективність виробництва продукції великої рогатої худоби значною мірою залежить від якості комбікормів, рівномірності змішування компонентів та ступеня подрібнення зернових матеріалів. Низька якість кормосумішей призводить до нерівномірного споживання поживних речовин, перевитрат кормів та зниження продуктивності тварин.

Проведений аналіз показав, що використання застарілих технологій приготування комбікормів супроводжується значними витратами ручної праці, високими енергетичними затратами, недостатньою продуктивністю обладнання та складністю забезпечення стабільної якості кормових сумішей. У багатьох господарствах процеси подрібнення та змішування кормів залишаються недостатньо механізованими, що негативно впливає на економічну ефективність виробництва та збільшує собівартість продукції тваринництва. У процесі виконання роботи було обґрунтовано необхідність впровадження сучасної лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі ВРХ. Запропонована технологічна лінія дозволяє забезпечити безперервність процесу кормоприготування, підвищити продуктивність праці та покращити якість готової кормової суміші. Особливу увагу приділено вибору обладнання для подрібнення зерна та змішування компонентів комбікорму, оскільки саме ці процеси мають найбільший вплив на поживну цінність корму та рівномірність розподілу компонентів.

У ході проєктування було визначено основні технологічні та конструктивні параметри обладнання. Встановлено, що оптимальний ступінь подрібнення зерна забезпечує краще засвоєння поживних речовин тваринами та підвищує ефективність використання кормів. Разом з тим надмірне

подрібнення призводить до утворення пилу, що погіршує санітарно-гігієнічні умови праці та може негативно впливати на здоров'я тварин. Тому важливим завданням є забезпечення оптимального розміру частинок корму відповідно до технологічних вимог годівлі ВРХ. У дипломному проєкті також було розглянуто особливості роботи змішувачів комбікормів та визначено фактори, які впливають на якість змішування. Встановлено, що ефективність змішування залежить від конструкції робочих органів, швидкості переміщення компонентів та тривалості процесу. Використання сучасних стрічково-лопатевих або шнекових змішувачів дозволяє забезпечити рівномірний розподіл компонентів у суміші та скоротити тривалість технологічного циклу. Це сприяє підвищенню продуктивності лінії та покращенню якості комбікормів.

Важливим етапом роботи стало проведення економічної оцінки проєктованої лінії. Розрахунки показали, що впровадження сучасного обладнання для подрібнення та змішування комбікормів дозволяє скоротити витрати на оплату праці, зменшити втрати кормів та підвищити ефективність використання енергетичних ресурсів. Автоматизація технологічних процесів забезпечує стабільну роботу обладнання, підвищує продуктивність праці та створює умови для зниження собівартості виробництва продукції тваринництва. Отримані результати підтверджують економічну доцільність впровадження проєктованої лінії у виробничих умовах.

Окрему увагу в роботі було приділено питанням охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Аналіз умов праці показав, що під час експлуатації обладнання для подрібнення та змішування комбікормів на працівників можуть впливати небезпечні фактори, зокрема рухомі частини машин, пил, шум та електричний струм. Для забезпечення безпечних умов праці запропоновано використання захисних кожухів, систем вентиляції, заземлення обладнання та засобів індивідуального захисту. Також розроблено заходи щодо запобігання пожежам та аварійним ситуаціям у кормоцеху.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що впровадження сучасної лінії для подрібнення та змішування комбікормів є важливим напрямом підвищення ефективності виробництва на фермах великої рогатої худоби. Використання сучасного обладнання дозволяє забезпечити високу якість кормових сумішей, скоротити витрати ручної праці та покращити організацію технологічного процесу. Крім того, автоматизація кормоприготування сприяє раціональному використанню кормових ресурсів та підвищенню продуктивності тварин.

За результатами виконаної роботи доцільно рекомендувати впровадження механізованих та автоматизованих ліній приготування комбікормів у господарствах різної виробничої потужності. Для підвищення ефективності роботи кормоцехів необхідно використовувати енергоощадне обладнання, удосконалювати конструкції подрібнювачів та змішувачів, а також впроваджувати системи автоматичного контролю технологічних параметрів. Важливим напрямом подальшого розвитку є застосування цифрових систем управління процесами кормоприготування, що дозволить підвищити точність дозування компонентів та покращити контроль якості комбікормів. Отже, реалізація запропонованих технічних і організаційних рішень забезпечить підвищення ефективності роботи ферми ВРХ, покращення якості кормів, зниження виробничих витрат та створення безпечних умов праці для обслуговуючого персоналу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ревенко, І.І., Окоча, А.І., Жулай, Є.Л. та ін. "Механізація і автоматизація тваринництва". Київ Вища освіта, 2004. – 399 с.
2. Ревенко, І.І., Щербак, В.М. "Механізація тваринництва". Київ Вища освіта, 2004. – 319 с.
3. Скляр, О.Г., Болтянська, Н.І. "Механізація технологічних процесів у тваринництві". Мелітополь Колор Принт, 2012. – 720 с.
4. Скорик, О.П., Полупанов, В.М., Науменко, О.А. та ін. "Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва". Харків ХНТУСГ, 2009. – 429 с.
5. Ревенко, І.І., Хмельовський, В.С., Заболотько, О.О. та ін. "Проектування технологічних процесів у тваринництві". Київ Компринт, 2018. – 292 с.
6. Гвоздєв, О.В., Ялпачик, Ф.Ю., Рогач, Ю.П. "Механізація переробної галузі агропромислового комплексу". Київ Вища освіта, 2006. – 478 с.
7. Бусенко, О.Т. "Технологія виробництва продукції тваринництва". Київ Аграрна освіта, 2001. – 432 с.
8. Науменко, О.А., Бойко, І.Г., Нанка, О.В. та ін. "Машини та обладнання для тваринництва". Харків ХНТУСГ, 2006. – 225 с.
9. Науменко, О.А., Бойко, І.Г., Нанка, О.В. "Машини та обладнання для тваринництва. Том 2". Харків ХНТУСГ, 2006. – 278 с.
10. Ковальчук, В.В. "Теорія машин і механізмів". Київ Вища школа, 2003. – 580 с.
11. Івченко, В.М., Романенко, С.В. "Обладнання для переробки кормів". Київ Урожай, 2007. – 420 с.
12. Кравченко, А.О., Сидоренко, І.В. "Проектування сільськогосподарських машин". Харків Основа, 2009. – 360 с.
13. Мельник, В.В., Шевченко, О.М. "Автоматизація технологічних процесів у сільському господарстві". Київ Наукова думка, 2011. – 288 с.

- 14.Власенко, В.В., Морозов, І.М. "Основи механіки сипучих матеріалів". Харків ХНТУСГ, 2010. – 400 с.
- 15.Бойко, Ю.М., Литвиненко, В.В. "Механізація та автоматизація технологічних процесів". Київ Аграрна освіта, 2005. – 368 с.
- 16.Плахотник, В.М., Іванченко, М.А. "Теорія і практика кормоприготування". Київ Урожай, 2012. – 276 с.
- 17.Кириленко, В.П., Савченко, С.М. "Технологія і техніка виробництва комбікормів". Дніпро ДДАЕУ, 2007. – 296 с.
- 18.ДСТУ EN 60204-1:2015. "Безпека машин. Електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги".
- 19.ДСТУ ISO 12100:2014. "Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінка ризику та зменшення ризику".
- 20.ГОСТ 12.2.003-91. "ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности".
- 21.ДБН В.2.5-282:2018. "Природне і штучне освітлення".
- 22.НПАОП 0.00-1.71-13. "Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском".
- 23.Закон України "Про охорону праці". – Київ, чинна редакція.
- 24.Публікації в журналі "Техніка і технології АПК". – Випуски 2015–2024 рр.
- 25.Публікації в журналі "Механізація та електрифікація сільського господарства". – Випуски 2016–2024 рр.

ДОДАТКИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно -технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

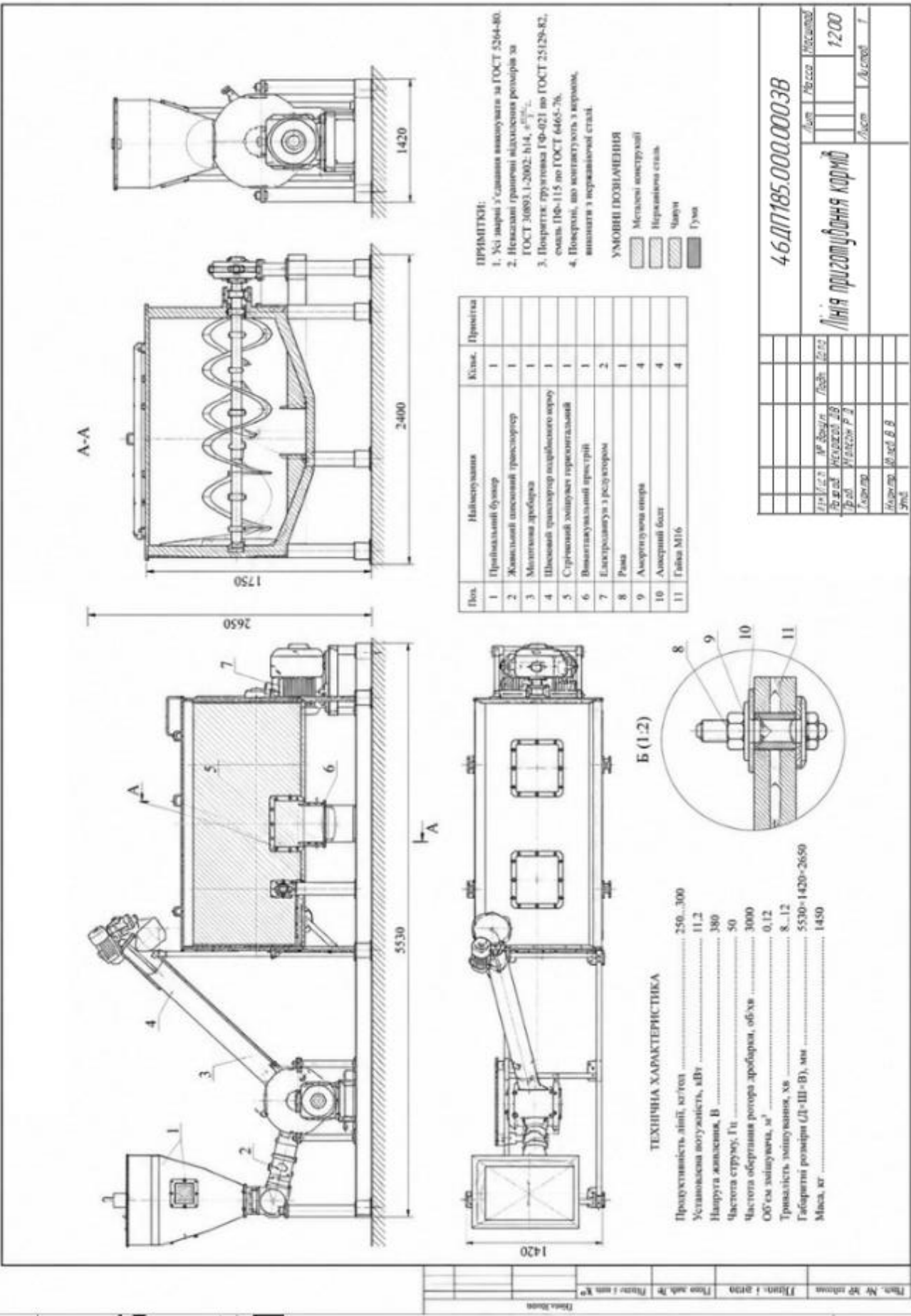
Проек лінії для подрібнення та змішування комбікормів на фермі великої рогатої худоби

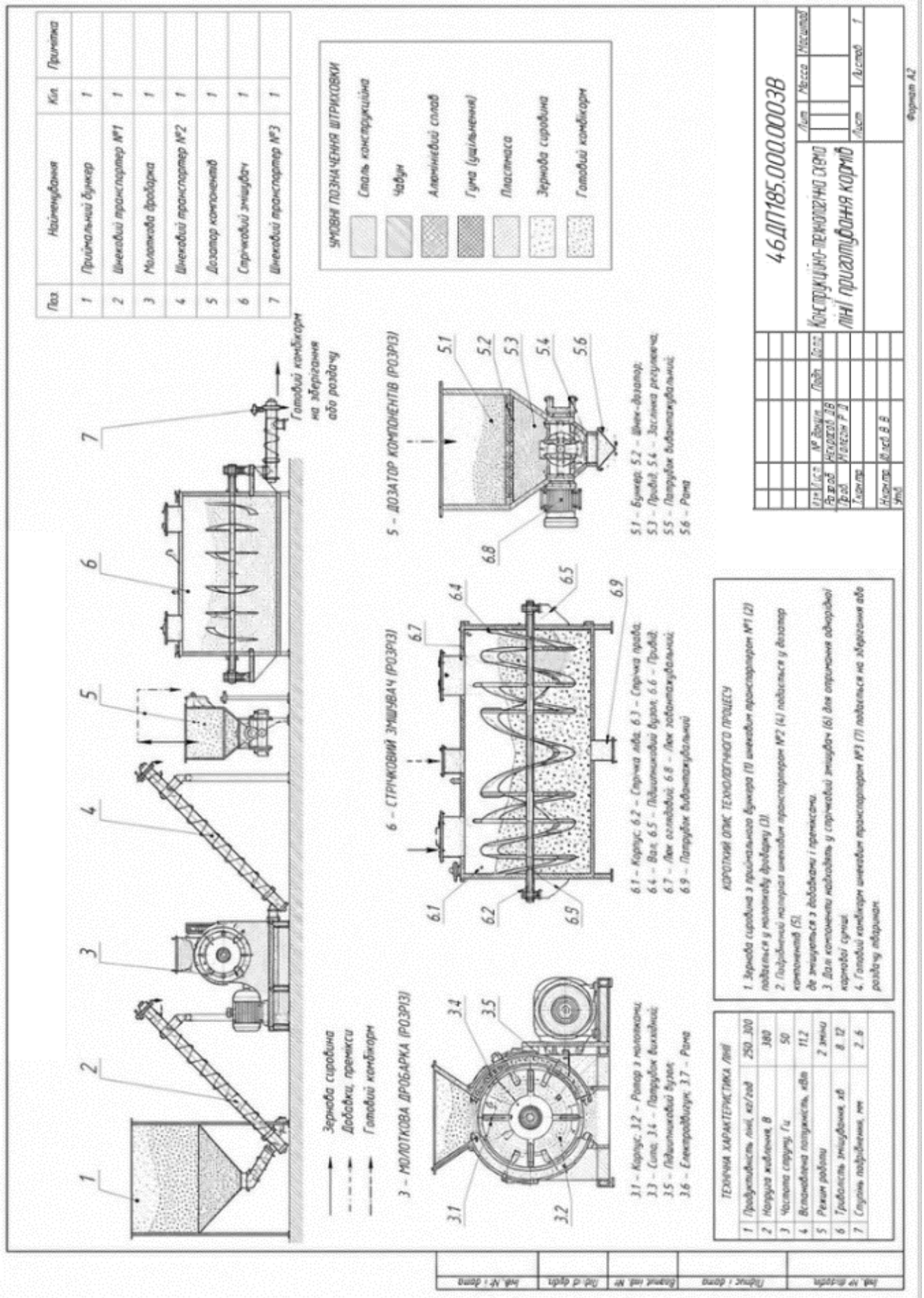
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

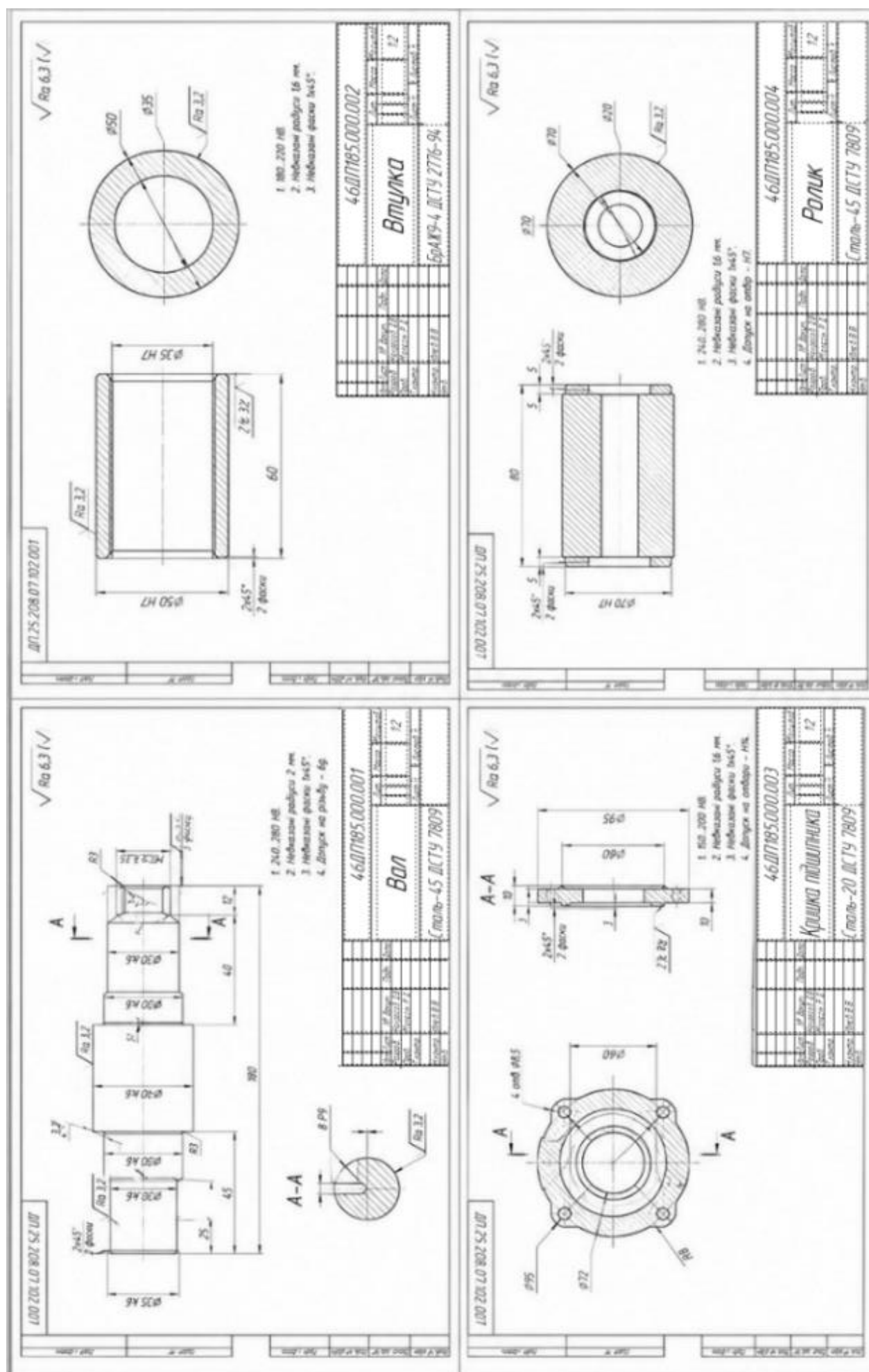
Виконав: студент 4 курсу, групи АІ4-22
Некрасов Дмитро Валерійович

Керівник: доктор філософії, старший викладач
Малегін Роман Дмитрович

Дніпро-2026







Показник	Базова установка	Удосконалена лінія
Капітальні витрати, грн	220000	314000
Встановлена потужність, кВт	13,5	11,2
Привалість роботи за добу, год	16	16
Добові витрати електроенергії, кВт·год	216	179,2
Вартість електроенергії за добу, грн	1296	1075,2
Річні витрати електроенергії, грн	388800	322560
Кількість обслуговуючого персоналу	2	1
Річні витрати на оплату праці, грн	286000	216000
Амортизаційні відрахування, грн/рік	22000	31400
Витрати на ремонт і ТО, грн/рік	13200	15700
Втрати кормів, грн/рік	80000	35000
Ефект від підвищення продуктивності, грн/рік	—	50000
Загальні річні експлуатаційні витрати, грн	790000	620660
Загальний річний економічний ефект, грн	—	219340
Коефіцієнт економічної ефективності	—	0,7
Строк окупності, років	—	1,43

[illegible]

