

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

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а
до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми
великої рогатої худоби з модернізацією мобільного кормороздавача**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-3-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Оришич Данило Юрійович

Керівник: _____ Алієв Ельчин Бахтияр огли

Рецензент: _____ Луц Павло Михайлович

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

прізвище, ініціали

«05» травня 2026 р

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Оришичу Данилу Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби з модернізацією мобільного кормороздавача

керівник проєкту Алієв Ельчин Бахтияр огли, д.т.н., старший дослідник

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Аналіз сучасного стану тваринництва та наявних технологій роздавання кормів. Проведення патентного пошуку, вивчення наукових публікацій і останніх досліджень за обраним напрямом.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз технічних і технологічних рішень ферм великої рогатої худоби. 2. Проєктування механізованої лінії роздавання кормів для ферми ВРХ. 3. Розробка кормороздавача-змішувача. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна ефективність проєкту. Висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Технологічна схема (А1). 2. Кормороздавач мобільний. Вигляд загальний (А1). 3. Блок ножових барабанів. Складальне креслення (А1). 4. Пластина (А4). 5. Ніж лівий (А4). 6. Ніж правий (А4). 7. Труба (А4). 8. Цапфа ліва (А4). 9. Цапфа права (А4). 10. Кришка підшипника (А4). 11. Корпус підшипника (А4). 12. Економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Алієв Е.Б., професор	05.05.2026	12.06.2026
нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент	12.06.2026	

7. Дата видачі завдання: «05» травня 2026 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 12.05.2026 р.	
2	Технологічний	до 19.05.2026 р.	
3	Конструкційний	до 26.05.2026 р.	
4	Охорона праці	до 02.06.2026 р.	
5	Економічний	до 09.06.2026 р.	
6	Графічна частина	до 12.06.2026 р.	

Студент

_____ **Оришич Д. Ю.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ **Алієв Е.Б.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ п/п	формат	Позначення			Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	Примітка
					<u>Текстові документи</u>			
1	A4	46ДП.163000.000.ПЗ			Пояснювальна записка	72		
					<u>Графічні матеріали</u>			
2	A1	46ДП.163000.000.ТС			Технологічна схема	1	1	
3	A1	46ДП.163000.000.ВЗ			Кормороздавач мобільний	1	2	
					Вигляд загальний			
4	A1	46ДП.163000.100.СК			Блок ножових барабанів.	1	3	
					Складальне креслення			
5	A4	46ДР.163000.101			Пластина	1	4	
6	A4	46ДР.163000.102			Ніж лівий	1	4	
7	A4	46ДР.163000.103			Ніж правий	1	4	
8	A4	46ДР.163000.104			Труба	1	4	
9	A4	46ДР.163000.105			Цапфа ліва	1	4	
10	A4	46ДР.163000.106			Цапфа права	1	4	
11	A4	46ДР.163000.108			Кришка підшипника	1	4	
12	A4	46ДР.163000.109			Корпус підшипника	1	4	
13	A1	46ДП.163000.000.ПЕ			Економічні показники	1	5	
					46ДП.163000.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив		Оришич Д. Ю.			Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби з модернізацією мобільного кормороздавача		літе	аркуш
Перевірів		Алієв Е.Б.						арк
							4	72
Н. контр.		Івлєв В.В.					ДДАЕУ АІС-3-23	
Затверд.		Дудін В. Ю.						

АНОТАЦІЯ

Оришич Д. Ю. Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби з модернізацією мобільного кормороздавача / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У роботі розглянуто питання підвищення ефективності процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби шляхом удосконалення технологічних і технічних рішень. Проведено аналіз існуючих технологій утримання тварин, механізованих виробничих процесів та систем роздавання кормів. Обґрунтовано вибір способу утримання тварин, визначено структуру стада, раціон годівлі та потребу в кормах.

Розроблено механізовану технологічну лінію навантаження, транспортування і роздавання кормів із визначенням її продуктивності та підбором необхідного обладнання. Запропоновано модернізацію кормороздавача шляхом удосконалення робочого органа, що забезпечує підвищення ефективності процесу роздавання кормосумішей. Виконано технологічні, кінематичні та конструктивні розрахунки модернізованого агрегату.

У роботі також розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища. Проведено техніко-економічну оцінку запропонованих рішень, що підтвердила доцільність впровадження модернізованого обладнання для підвищення продуктивності та зниження експлуатаційних витрат у тваринництві.

Ключові слова: велика рогата худоба, роздавання кормів, кормороздавач, змішувач кормів, механізація, технологічна лінія, безприв'язне утримання, продуктивність, економічна ефективність, кормосуміш.

Зміст

Вступ.....	8
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ФЕРМ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ	10
1.1 Обґрунтування вибору технології утримання великої рогатої худоби...	10
1.2 Основні механізовані виробничі процеси	13
1.3 Основні системи роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби.....	15
1.4 Висновки до розділу	17
2 ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛІНІЇ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ДЛЯ ФЕРМИ ВРХ.....	19
2.1 Зоотехнічні вимоги до технології навантаження, транспортування і роздавання кормів	19
2.2 Обґрунтування вибору способу утримання тварин і розробка режиму роботи ферми.....	21
2.3 Обґрунтування структури стада та визначення умовної кількості голів	24
2.4 Обґрунтування раціону годівлі, розрахунок потреби в кормах і складання добового графіка їх використання.....	26
2.5 Вибір і обґрунтування загальної технологічної схеми лінії.....	30
2.6 Визначення продуктивності технологічної лінії, підбір машин і обґрунтування їх кількості	32
2.7 Висновки до розділу	35
3 РОЗРОБКА КОРМОРОЗДАВАЧА-ЗМІШУВАЧА	37
3.1 Зоотехнічні вимоги до мобільного агрегату	37
3.2 Аналіз існуючих засобів механізації роздавання кормів та обґрунтування об'єкта модернізації	38
3.3 Опис технологічної схеми модернізованого кормороздавача та принципу його дії.....	41

	7
3.4 Технологічний розрахунок модернізованого кормороздавача	43
3.5 Визначення потужності привода та кінематичний розрахунок блока ножових барабанів	44
3.6 Розрахунок ланцюгової передачі	47
3.7 Висновки до розділу	50
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .	51
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ	54
ВИСНОВКИ.....	59
БІБЛІОГРАФІЯ	61
Додатки.....	64

Вступ

В умовах сучасного розвитку агропромислового виробництва особливого значення набуває підвищення ефективності функціонування тваринницьких підприємств, зокрема ферм великої рогатої худоби. Одним із ключових напрямів удосконалення виробництва є впровадження поточкових принципів організації технологічних процесів, що забезпечує безперервність, ритмічність та узгодженість виконання операцій. Реалізація таких підходів можлива за умови використання високопродуктивних механізованих технологічних ліній, у яких окремі машини та обладнання об'єднуються в єдині функціональні комплекси, здатні виконувати декілька операцій із частковою або повною автоматизацією контролю та регулювання процесів.

Зростання обсягів виробництва продукції тваринництва, зокрема молока та яловичини, потребує не лише збільшення поголів'я, але й якісного оновлення матеріально-технічної бази галузі. Це передбачає будівництво нових сучасних ферм, реконструкцію діючих виробничих об'єктів, впровадження більш ефективного технологічного обладнання, а також удосконалення існуючих технологічних процесів на основі їх інтенсифікації та раціоналізації. У цьому контексті важливу роль відіграє правильний вибір, обґрунтована компоновка та надійна експлуатація обладнання технологічних ліній, зокрема систем роздавання кормів.

Ефективність функціонування ферми великої рогатої худоби значною мірою визначається стабільністю та надійністю роботи машин і агрегатів, що входять до складу поточкових технологічних ліній обслуговування тварин. Порушення ритмічності роботи обладнання, зниження його технічної надійності або недостатній рівень механізації призводять до погіршення умов годівлі, зниження продуктивності тварин і, як наслідок, до зменшення економічної ефективності виробництва.

Особливе місце в структурі технологічних процесів займає система роздавання кормів, яка безпосередньо впливає на повноцінність і

рівномірність годівлі тварин. Використання мобільних кормороздавачів є одним із найбільш поширених рішень, однак їх конструктивні та експлуатаційні характеристики не завжди відповідають сучасним вимогам щодо продуктивності, енергоефективності та якості розподілу кормів. Це обумовлює необхідність їх удосконалення та модернізації.

Таким чином, актуальність даного дипломного проєкту полягає в розробці ефективних технічних і технологічних рішень щодо вдосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби шляхом модернізації мобільного кормороздавача, що дозволить підвищити продуктивність праці, покращити якість годівлі тварин та забезпечити зростання загальної ефективності виробництва.

Метою роботи є підвищення ефективності процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби шляхом удосконалення технологічної лінії та модернізації кормороздавача із розробкою змішувача кормів безперервної дії.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати існуючі технології утримання ВРХ, механізовані виробничі процеси та системи роздавання кормів.
2. Обґрунтувати вибір способу утримання тварин, визначити структуру стада, раціон годівлі та потребу в кормах.
3. Розробити технологічну лінію навантаження, транспортування і роздавання кормів та здійснити підбір машин і обладнання.
4. Удосконалити конструкцію кормороздавача та виконати технологічні, кінематичні й конструктивні розрахунки змішувача кормів безперервної дії.
5. Оцінити техніко-економічну ефективність запропонованих рішень та визначити доцільність їх впровадження.

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ФЕРМ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

1.1 Обґрунтування вибору технології утримання великої рогатої худоби

Сучасний етап розвитку тваринництва характеризується переходом до інтенсивних технологій виробництва, які передбачають максимальне використання технічних засобів, автоматизацію виробничих процесів та підвищення ефективності використання ресурсів. У галузі скотарства це особливо актуально, оскільки виробництво молока і яловичини є одним із ключових напрямів агропромислового комплексу. У зв'язку з цим обґрунтований вибір технології утримання великої рогатої худоби має вирішальне значення для забезпечення високої продуктивності тварин, зниження собівартості продукції та підвищення конкурентоспроможності виробництва.

Технологія утримання тварин є складовою частиною загальної технологічної системи ферми та визначає організацію основних виробничих процесів, таких як годівля, напування, доїння, видалення гною, мікроклімат та ветеринарне обслуговування. Вона повинна забезпечувати оптимальні умови для життєдіяльності тварин, що включає раціональне використання площ, створення комфортного мікроклімату, зниження стресових факторів і забезпечення повноцінного годівельного процесу.

Одним із визначальних факторів ефективності виробництва продукції тваринництва є рівень організації годівлі. Відомо, що саме корми формують основну частку витрат у структурі собівартості продукції, яка може досягати близько 50 % загальних витрат. При цьому не лише якість кормів, а й спосіб їх підготовки, транспортування та роздавання мають суттєвий вплив на продуктивність тварин. Нерівномірність роздавання

кормів, їх втрати або порушення режиму годівлі призводять до зниження надоїв, погіршення приростів живої маси та підвищення витрат кормів на одиницю продукції. Тому технологія утримання повинна бути тісно пов'язана з ефективною системою кормозабезпечення та кормороздавання.

Не менш важливим фактором є рівень механізації виробничих процесів. У сучасних умовах ефективне функціонування тваринницьких ферм неможливе без широкого застосування машин і обладнання, що забезпечують виконання трудомістких операцій. Проте на практиці часто спостерігається недостатній рівень механізації окремих процесів, особливо доставки та роздавання кормів, що призводить до підвищення витрат праці та зниження загальної ефективності виробництва. Використання застарілого або фізично зношеного обладнання ще більше ускладнює ситуацію, оскільки знижує надійність роботи технологічних ліній і порушує ритмічність виробничих процесів.

Вибір технології утримання великої рогатої худоби повинен враховувати можливості комплексної механізації та автоматизації виробництва. З цієї точки зору важливою є класифікація існуючих систем утримання, серед яких основними є прив'язна та безприв'язна технології.

Прив'язна система утримання передбачає закріплення кожної тварини на окремому стійлі. Такий підхід дозволяє здійснювати індивідуальний контроль за станом тварин, їх годівлею та продуктивністю. Однак ця технологія має суттєві недоліки: значні витрати ручної праці, обмеження рухової активності тварин, складність механізації окремих процесів, зокрема роздавання кормів і прибирання гною. Крім того, при прив'язному утриманні ускладнюється впровадження поточкових технологічних ліній, що знижує загальну ефективність виробництва.

Безприв'язна система утримання, навпаки, передбачає вільне переміщення тварин у межах виробничих приміщень або вигульних майданчиків. Тварини утримуються групами у спеціально обладнаних секціях, що створює сприятливі умови для їх фізіологічної активності та

зменшує стресові навантаження. Така система дозволяє більш ефективно організувати виробничі процеси, забезпечити рівномірну годівлю та створити передумови для широкого застосування механізованих і автоматизованих засобів.

Однією з ключових переваг безприв'язного утримання є можливість впровадження поточкових технологічних ліній, у складі яких окремі операції виконуються послідовно та узгоджено. Це дозволяє забезпечити високу продуктивність праці, зменшити витрати часу на обслуговування тварин та підвищити ефективність використання технічних засобів. Зокрема, у таких системах широко застосовуються мобільні кормороздавачі, які забезпечують швидке та рівномірне розподілення кормів по всій довжині кормового столу.

Важливим аспектом вибору технології утримання є також вплив на продуктивність тварин. Дослідження та виробничий досвід свідчать, що при безприв'язному утриманні підвищується рівень споживання кормів, покращується обмін речовин і, як наслідок, зростає продуктивність тварин. Водночас зменшується ризик захворювань, пов'язаних із обмеженням руху, таких як хвороби кінцівок або порушення обміну речовин.

З економічної точки зору безприв'язна технологія також має переваги, оскільки дозволяє скоротити витрати праці та підвищити ефективність використання виробничих площ. При цьому значно зростає роль технічних засобів, зокрема обладнання для годівлі, яке повинно забезпечувати високу продуктивність, надійність і рівномірність роздавання кормів.

Особливу увагу при виборі технології утримання слід приділяти організації процесу роздавання кормів. Саме цей процес є одним із найбільш трудомістких і енергоємних у структурі виробництва. Низький рівень механізації або використання неефективних технічних засобів призводить до значних втрат кормів, нерівномірного їх розподілу та збільшення витрат праці. У зв'язку з цим виникає необхідність

удосконалення існуючих технологічних рішень, зокрема модернізації мобільних кормороздавачів, що дозволить підвищити ефективність роботи всієї технологічної лінії.

Крім того, вибір технології утримання повинен враховувати сучасні вимоги до енергоефективності та екологічності виробництва. Використання сучасних машин і обладнання дозволяє знизити витрати енергії, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити відповідність виробництва міжнародним стандартам якості.

Таким чином, обґрунтування вибору технології утримання великої рогатої худоби базується на комплексному аналізі технологічних, економічних і організаційних факторів. Найбільш доцільною в сучасних умовах є безприв'язна система утримання, яка забезпечує можливість комплексної механізації виробничих процесів, підвищення продуктивності тварин і зниження витрат виробництва. Вона створює оптимальні умови для впровадження удосконалених технологічних ліній роздавання кормів, що є основним напрямом даного дипломного проєкту і визначає необхідність модернізації мобільного кормороздавача як ключового елемента системи годівлі.

1.2 Основні механізовані виробничі процеси

Сучасне виробництво продукції тваринництва базується на широкому застосуванні механізованих і автоматизованих технологічних процесів, що забезпечують підвищення продуктивності праці, зниження витрат ресурсів і покращення умов утримання тварин. На фермах великої рогатої худоби механізація охоплює всі основні виробничі операції, починаючи від підготовки кормів і закінчуючи видаленням гною та утилізацією відходів.

До основних механізованих виробничих процесів на фермі ВРХ належать: підготовка та роздавання кормів, напування тварин, доїння корів, видалення гною, забезпечення мікроклімату в приміщеннях, а також

транспортування та обробка продукції.

Одним із найважливіших процесів є приготування і роздавання кормів, оскільки саме він визначає рівень продуктивності тварин і формує значну частку витрат у структурі собівартості продукції. Механізація цього процесу включає подрібнення, змішування, транспортування та дозоване роздавання кормів. Для цього застосовуються кормоприготувальні агрегати, змішувачі, подрібнювачі, транспортери та мобільні кормороздавачі. Важливою вимогою є рівномірність роздавання кормів по всій довжині кормового столу, що забезпечує однакові умови годівлі для всіх тварин.

Напування тварин здійснюється за допомогою автоматичних поїлок, які забезпечують постійний доступ до води та підтримують необхідний санітарний стан. Використання централізованих систем водопостачання з автоматичним регулюванням рівня води дозволяє знизити витрати праці та підвищити ефективність обслуговування поголів'я.

Важливе місце займає процес доїння корів, який на сучасних фермах виконується за допомогою доїльних установок різних типів: індивідуальних, групових або доїльних залів. Механізація доїння дозволяє підвищити продуктивність праці, покращити якість молока та забезпечити стабільність технологічного процесу. Крім того, сучасні системи доїння часто оснащуються автоматизованими засобами контролю продуктивності та стану тварин.

Одним із найбільш трудомістких і важливих процесів є видалення гною, яке безпосередньо впливає на санітарно-гігієнічний стан приміщень, здоров'я тварин і екологічну безпеку виробництва. Для механізації цього процесу застосовуються скребкові транспортери, скреперні установки, шнекові транспортери, а також мобільні гноєприбиральні агрегати. Вибір конкретної системи залежить від способу утримання тварин, конструкції приміщень та обсягів виробництва.

Не менш важливим є забезпечення оптимального мікроклімату у

тваринницьких приміщеннях. Для цього використовуються системи вентиляції, обігріву та охолодження, які дозволяють підтримувати необхідні параметри температури, вологості та газового складу повітря. Механізація цього процесу сприяє підвищенню продуктивності тварин і зниженню ризику захворювань.

До допоміжних механізованих процесів належать транспортування кормів, гною та продукції, а також виконання санітарно-гігієнічних заходів. Для цього застосовуються трактори, причепа, навантажувачі та інше транспортне обладнання. Важливою умовою є узгодженість роботи всіх елементів технологічної лінії, що забезпечує безперервність виробничого процесу.

У сучасних умовах особливого значення набуває комплексна механізація, яка передбачає інтеграцію окремих машин і агрегатів у єдині технологічні лінії. Це дозволяє підвищити ефективність використання технічних засобів, скоротити витрати часу та праці, а також забезпечити стабільність виробництва.

Таким чином, основні механізовані виробничі процеси на фермах великої рогатої худоби охоплюють усі етапи технологічного циклу та є ключовим фактором підвищення ефективності тваринницького виробництва. Їх удосконалення, зокрема в частині приготування і роздавання кормів, є важливим напрямом розвитку сучасних технологій у галузі.

1.3 Основні системи роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби

Роздавання кормів є одним із ключових технологічних процесів на фермах великої рогатої худоби, який безпосередньо впливає на продуктивність тварин, ефективність використання кормів і загальну економіку виробництва. Від правильного вибору системи роздавання

залежить рівномірність годівлі, зниження втрат кормів, трудомісткість процесу та можливість його механізації й автоматизації.

Сучасні системи роздавання кормів класифікують за принципом дії, ступенем механізації та способом переміщення кормів. Основними є стаціонарні, мобільні та комбіновані системи.

Стаціонарні системи роздавання кормів передбачають використання нерухомо встановленого обладнання, яке транспортує корм від місця приготування до кормового столу. До таких систем належать стрічкові, ланцюгові, скребкові та шнекові транспортери. Вони забезпечують безперервну подачу корму та можуть бути інтегровані у поточкові технологічні лінії. Перевагами стаціонарних систем є висока надійність, можливість автоматизації та мінімальні витрати ручної праці. Однак їх недоліками є значні капітальні вкладення, складність монтажу та обмежена гнучкість у зміні технологічної схеми.

Мобільні системи роздавання кормів базуються на використанні кормороздавачів, які переміщуються вздовж кормового столу. Найбільш поширеними є причіпні та самохідні кормороздавачі, що агрегуються з тракторами. До них належать машини типу КТУ-10А, РММ-5, а також сучасні змішувачі-роздавачі кормів. Вони дозволяють виконувати одночасно декілька операцій: транспортування, змішування та роздавання кормів. Основними перевагами мобільних систем є універсальність, відносно невеликі капітальні витрати та можливість використання в різних виробничих умовах. Разом з тим, вони потребують значних витрат палива та залежать від організації роботи транспортних засобів.

Особливе місце займають змішувачі-роздавачі кормів, які забезпечують приготування повнораціонних кормових сумішей (TMR) і їх рівномірне роздавання. Вони можуть бути як періодичної, так і безперервної дії. Машини безперервної дії мають ряд переваг, зокрема підвищену продуктивність, рівномірність подачі корму та зниження втрат. Використання таких агрегатів дозволяє оптимізувати процес годівлі та

покращити використання кормових ресурсів.

Комбіновані системи роздавання кормів поєднують елементи стаціонарних і мобільних систем. У таких системах транспортування корму на певну відстань здійснюється стаціонарними засобами, а безпосереднє роздавання – мобільними агрегатами. Це дозволяє поєднати переваги обох підходів: зменшити витрати праці та забезпечити гнучкість технологічного процесу.

Важливим напрямом розвитку є впровадження автоматизованих систем роздавання кормів, які базуються на використанні роботизованих агрегатів, програмного управління та систем контролю. Такі системи забезпечують точне дозування кормів, зменшення людського фактору та підвищення ефективності використання ресурсів. Однак їх застосування потребує значних інвестицій і високого рівня технічного обслуговування.

При виборі системи роздавання кормів необхідно враховувати ряд факторів: тип утримання тварин (прив'язний чи безприв'язний), розміри ферми, структуру стада, обсяги виробництва, рівень механізації та економічні можливості господарства. Для ферм із безприв'язним утриманням найбільш доцільним є використання мобільних або комбінованих систем, які забезпечують високу продуктивність і гнучкість технологічного процесу.

Таким чином, сучасні системи роздавання кормів є важливою складовою технології утримання великої рогатої худоби. Їх удосконалення, зокрема шляхом застосування змішувачів безперервної дії, дозволяє підвищити ефективність годівлі, знизити витрати ресурсів і створити передумови для підвищення продуктивності тварин, що є актуальним завданням сучасного тваринництва.

1.4 Висновки до розділу

У результаті проведеного аналізу встановлено, що ефективність

функціонування ферм великої рогатої худоби значною мірою визначається обґрунтованим вибором технології утримання тварин, рівнем механізації виробничих процесів та раціональною організацією системи кормороздавання. Доведено, що безприв'язна система утримання є найбільш доцільною в сучасних умовах, оскільки забезпечує кращі умови для тварин, підвищення їх продуктивності та створює передумови для комплексної механізації технологічних операцій.

Встановлено, що основні механізовані процеси, зокрема приготування і роздавання кормів, доїння, напування, видалення гною та забезпечення мікроклімату, формують єдину технологічну систему, ефективність якої залежить від узгодженості роботи окремих машин і агрегатів. Особливу роль відіграє процес роздавання кормів, який визначає рівень використання кормових ресурсів і продуктивність тварин.

Проведений аналіз систем роздавання кормів показав, що найбільш перспективними є мобільні та комбіновані системи із застосуванням змішувачів-роздавачів, особливо безперервної дії, які забезпечують рівномірність подачі кормів, зниження їх втрат і підвищення продуктивності праці.

Отже, удосконалення технічних засобів роздавання кормів, зокрема розробка більш ефективних змішувачів, є важливим напрямом підвищення ефективності тваринницького виробництва та обґрунтовує доцільність подальших досліджень у цьому напрямі.

2 ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛІНІЇ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ДЛЯ ФЕРМИ ВРХ

2.1 Зоотехнічні вимоги до технології навантаження, транспортування і роздавання кормів

Ефективність виробництва продукції скотарства значною мірою визначається рівнем організації процесу годівлі тварин, який безпосередньо залежить від технічного оснащення операцій навантаження, транспортування та роздавання кормів. Саме ці процеси є одними з найбільш трудомістких у структурі виробництва і можуть становити до 25–35% загальних витрат праці при виробництві молока або яловичини. Тому їх раціональна механізація є ключовою умовою підвищення продуктивності тварин та зниження собівартості продукції.

Якість годівлі визначається не лише складом раціонів, але й точністю дозування, рівномірністю розподілу кормів уздовж кормового фронту, а також мінімізацією втрат. Порушення технології роздавання призводить до нерівномірного споживання корму, що негативно впливає на продуктивність тварин, їх фізіологічний стан і ефективність використання кормових ресурсів.

Згідно з зоотехнічними вимогами, допустимі відхилення від заданої норми видачі кормів повинні бути мінімальними і становити:

- для стеблових (грубих та соковитих) кормів – не більше $\pm 15\%$;
- для концентрованих кормів – не більше $\pm 5\%$.

Особливу увагу приділяють втратам кормів. В процесі навантаження, транспортування і роздавання допускаються лише мінімальні зворотні втрати, які не повинні перевищувати 1 %. Незворотні втрати кормів (тобто такі, що не можуть бути використані повторно) є недопустимими, оскільки вони безпосередньо впливають на економічні показники виробництва.

Важливим показником ефективності технологічного процесу є тривалість роздавання кормів. Вона повинна бути максимально скорочена для забезпечення ритмічності виробництва та дотримання режиму годівлі. При використанні мобільних кормороздавачів тривалість роздавання кормів в одному приміщенні не повинна перевищувати 30 хвилин, тоді як для стаціонарних систем цей показник становить до 20 хвилин. Скорочення тривалості процесу сприяє зниженню енерговитрат і підвищенню продуктивності праці.

Одним із основних критеріїв оцінки якості роботи кормороздавальних засобів є рівномірність розподілу кормів. Вона визначається шляхом відбору проб корму з окремих ділянок (наприклад, довжиною 1 м) уздовж годівниці з подальшим їх зважуванням і порівнянням із середньою нормою видачі. Висока рівномірність роздавання забезпечує однакові умови годівлі для всіх тварин і сприяє стабілізації їх продуктивності.

До технічних засобів механізації процесу роздавання кормів висувається ряд важливих зоотехнічних і експлуатаційних вимог. Передусім, обладнання повинно забезпечувати точне дозування кормів відповідно до встановлених норм як для окремих тварин, так і для групового утримання. При цьому конструкція робочих органів не повинна погіршувати фізико-механічні властивості корму, викликати його подрібнення понад норму, розшарування або втрати поживних речовин.

Важливим аспектом є також забезпечення безпеки роботи обладнання. Кормороздавальні машини повинні бути безпечними як для обслуговуючого персоналу, так і для тварин, не мати відкритих небезпечних елементів, працювати стабільно без різких ривків і перевантажень. Крім того, вони повинні бути простими в експлуатації, мати зручний доступ до основних вузлів для технічного обслуговування та ремонту.

Сучасні кормороздавачі повинні відповідати підвищеним техніко-економічним вимогам. Зокрема, вони мають характеризуватися:

- універсальністю використання (можливістю роботи з різними видами кормів);
- високою продуктивністю;
- широким діапазоном регулювання норми видачі;
- надійністю та довговічністю конструкції;
- низьким рівнем шуму під час роботи;
- зручністю очищення від залишків корму.

Економічна ефективність застосування кормороздавальної техніки також є важливим критерієм її вибору. Рекомендований строк окупності таких машин не повинен перевищувати двох років, а коефіцієнт технічної готовності має бути не меншим за 0,98, що свідчить про високу надійність і мінімальні простой в роботі.

Додатково слід враховувати енергетичні показники машин, їх адаптивність до умов конкретної ферми, можливість інтеграції у потокову технологічну лінію, а також відповідність сучасним вимогам ресурсозбереження та екологічної безпеки.

2.2 Обґрунтування вибору способу утримання тварин і розробка режиму роботи ферми

У сучасному тваринництві застосовують два основні способи утримання великої рогатої худоби: прив'язний і безприв'язний. Кожен із них має свої технологічні, економічні та організаційні особливості, які визначають доцільність використання залежно від виробничого напрямку ферми, рівня механізації, структури стада та умов господарювання.

Безприв'язний спосіб утримання є більш прогресивним і широко використовується на сучасних фермах. Він реалізується у двох основних варіантах: утримання на глибокій підстилці з вільним вигулом та

утримання у боксах (або комбібоксах). У першому випадку тварини мають можливість вільно переміщуватись як у приміщенні, так і на вигульних майданчиках, що позитивно впливає на їх фізіологічний стан, активність і загальну продуктивність. У другому варіанті тварини утримуються групами у спеціально обладнаних боксах для відпочинку, а також використовуються кормові напівбокси біля годівниць, що забезпечує більш впорядковану організацію годівлі.

При безприв'язному утриманні важливу роль відіграє раціональне планування приміщення. Між кормовими лініями передбачаються проїзди шириною не менше 2,2 м для руху кормороздавальної техніки, а проходи між рядами боксів використовуються для видалення гною. Доїння тварин у таких системах здійснюється, як правило, у спеціалізованих доїльних залах, що дозволяє централізувати процес і підвищити його ефективність.

Основною перевагою безприв'язного способу є можливість комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів. Завдяки цьому значно знижуються витрати праці, підвищується продуктивність обслуговуючого персоналу та скорочуються експлуатаційні витрати. Крім того, зменшуються витрати на будівництво і обладнання, що позитивно впливає на економічні показники виробництва. Водночас цей спосіб потребує достатньої кормової бази, значної кількості підстилкового матеріалу (для відповідного варіанту утримання), а також чіткої організації технологічних процесів.

Прив'язний спосіб утримання передбачає закріплення кожної тварини на окремому стійлі. У зимовий період тварини перебувають у приміщеннях, а в літній – на вигульно-кормових майданчиках або в таборах. Кожне стійло оснащується годівницею, напувалкою та системою видалення гною. Розміщення тварин здійснюється поздовжніми рядами, що забезпечує зручність обслуговування.

Годівля при прив'язному утриманні може здійснюватися як за допомогою стаціонарних, так і мобільних кормороздавачів. Видалення

гною організовується за допомогою транспортерів або інших механізованих засобів. Доїння може проводитись у молокопровід або із застосуванням переносних доїльних апаратів.

Перевагою прив'язного способу є можливість індивідуального підходу до кожної тварини, що дозволяє більш точно нормувати раціони, контролювати стан здоров'я і продуктивність. Це сприяє раціональному використанню кормів і може забезпечувати високі показники продуктивності. Разом з тим, основним недоліком цього способу є значні витрати праці, пов'язані з індивідуальним обслуговуванням кожної тварини, а також обмежені можливості механізації виробничих процесів.

З урахуванням технологічних і економічних аспектів доцільним є комбіноване використання обох способів утримання. Для дійного стада доцільно застосовувати прив'язне утримання, що забезпечує індивідуальний контроль за тваринами і стабільність виробництва молока. Для молодняку та худоби на відгодівлі більш ефективним є безприв'язний спосіб, який дозволяє зменшити витрати праці та підвищити ефективність використання виробничих площ.

Раціональна організація роботи ферми передбачає встановлення чіткого режиму виконання технологічних операцій. Режим роботи повинен враховувати як фізіологічні потреби тварин (режим годівлі, доїння, відпочинку), так і організаційні можливості обслуговуючого персоналу. Як правило, робота ферми організовується у дві зміни, що забезпечує рівномірне навантаження персоналу та безперервність технологічного процесу.

Таким чином, обґрунтований вибір способу утримання тварин у поєднанні з раціонально організованим режимом роботи ферми дозволяє підвищити продуктивність тварин, знизити витрати праці та забезпечити ефективне функціонування механізованої технологічної лінії роздавання кормів, що є ключовим завданням даного дипломного проєкту.

2.3 Обґрунтування структури стада та визначення умовної кількості голів

Раціональне формування структури стада великої рогатої худоби є одним із ключових етапів проєктування технологічних процесів ферми. Від правильно визначеної структури залежить потреба в кормах, параметри технологічних ліній, продуктивність обладнання для навантаження, транспортування і роздавання кормів, а також загальна ефективність виробництва.

Під структурою стада розуміють процентне співвідношення окремих статевих-вікових груп тварин у загальному поголів'ї. Вона формується залежно від виробничого напрямку ферми (молочний, м'ясний або комбінований), технології утримання та рівня інтенсивності виробництва. Оптимальна структура стада дозволяє забезпечити безперервність виробничого циклу, раціональне використання кормових ресурсів і стабільне отримання продукції.

Кількість тварин у кожній статевих-віковій групі визначається за формулою:

$$m_{\text{гр}} = M \cdot \delta / 100,$$

де M – загальна чисельність поголів'я, гол.; δ – частка відповідної групи у структурі стада, %.

Для дійного стада доцільно прийняти таку структуру:

- корови дійні – 80%;
- корови сухостійні – 15%;
- телята до 20-денного віку – 5%.

Для відгодівельного стада структура може бути представлена наступним чином:

- телята віком від 20 днів до 6 місяців – 34%;
- молодняк від 6 до 12 місяців – 33%;
- молодняк від 12 до 18 місяців – 33%.

Розрахунок чисельності груп тварин:

1. Дійне стадо (215 голів):

– дійні корови:

$$m_d = 215 \cdot 80 / 100 = 172 \text{ гол.}$$

– сухостійні корови:

$$m_{\text{сух}} = 215 \cdot 15 / 100 = 32 \text{ гол.}$$

– телята до 20 днів:

$$m_{\text{тел}} = 215 \cdot 5 / 100 = 11 \text{ гол.}$$

2. Відгодівельне стадо (358 голів):

– телята (20 днів – 6 міс.):

$$m_{\text{тел1}} = 358 \cdot 34 / 100 = 122 \text{ гол.}$$

– молодняк (6–12 міс.):

$$m_{\text{тел2}} = 358 \cdot 33 / 100 = 118 \text{ гол.}$$

– молодняк (12–18 міс.):

$$m_{\text{худ}} = 358 \cdot 33 / 100 = 118 \text{ гол.}$$

Узагальнені результати структури стада зведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Структура стада ВРХ

Група тварин	Кількість, гол.	Частка, %
Дійне стадо		
Корови дійні	172	80
Корови сухостійні	32	15
Телята до 20 днів	11	5
Відгодівельне стадо		
Телята (20 дн. – 6 міс.)	122	34
Молодняк (6–12 міс.)	118	33
Молодняк (12–18 міс.)	118	33

Для розрахунку потреб у кормах, визначення продуктивності машин та навантаження на технологічні лінії використовують показник умовного поголів'я. Він враховує різну потребу тварин у кормах і ресурсах залежно від їх віку та фізіологічного стану.

Умовна кількість голів визначається за формулою:

$$M_{\text{ум}} = \sum_{i=1}^n m_{\text{гр.}i} \cdot K_{\text{ум.}i},$$

де $m_{\text{гр.}i}$ – кількість тварин у відповідній групі; $K_{\text{ум.}i}$ – коефіцієнт переведення в умовні голови; n – кількість груп.

Розрахунок умовного поголів'я:

1. Дійне стадо:

$$M_{\text{ум}} = 172 \cdot 1,0 + 32 \cdot 1,0 + 11 \cdot 0,2 = 206,2 \text{ ум. гол.}$$

2. Відгодівельне стадо:

$$M_{\text{ум}} = 122 \cdot 0,47 + 118 \cdot 0,6 + 118 \cdot 1,0 = 246,1 \text{ ум. гол.}$$

Загальне умовне поголів'я ферми

$$M_{\text{ум.заг}} = 206,2 + 246,1 = 452,3 \text{ ум. гол.}$$

Приймаємо:

$$M_{\text{ум.заг}} = 453 \text{ умовних голів.}$$

Таким чином, обґрунтована структура стада дозволяє визначити реальне навантаження на технологічні лінії ферми та забезпечити правильний вибір і розрахунок обладнання. Використання показника умовного поголів'я дає можливість врахувати різну потребу тварин у кормах і ресурсах, що є особливо важливим при проєктуванні механізованої лінії роздавання кормів. Отримані результати будуть використані в подальших розрахунках продуктивності кормороздавальних засобів та оптимізації режимів їх роботи.

2.4 Обґрунтування раціону годівлі, розрахунок потреби в кормах і складання добового графіка їх використання

Раціональна організація годівлі великої рогатої худоби є визначальним фактором ефективності функціонування ферми, оскільки саме кормова база формує продуктивність тварин і значною мірою визначає економічні показники виробництва. Для обґрунтування технологічної лінії роздавання кормів необхідно попередньо визначити

структуру раціону, а також розрахувати добову та річну потребу в кормах для всього умовного поголів'я.

Основою для виконання цих розрахунків є прийняті раціони годівлі, які формуються з урахуванням природно-кліматичних умов, типу виробництва, фізіологічного стану тварин, їх живої маси та рівня продуктивності.

З метою спрощення розрахунків у дипломному проєкті раціони приймаються для тих груп тварин, для яких коефіцієнт переведення в умовні голови дорівнює одиниці. До таких груп належать дійні корови, сухостійні корови та доросла худоба на відгодівлі. Раціони формуються окремо для зимового і літнього періодів, що обумовлено сезонними особливостями кормової бази.

У зимовий період основними кормами є грубі, соковиті та концентровані корми, тоді як у літній період значну частку становлять зелені корми. Типовий раціон включає сіно, солому, силос, коренеплоди, концентрати, а також мінеральні добавки.

Таблиця 2.2 – Приклад раціону годівлі (на 1 умовну голову)

Вид корму	Зимовий період, кг	Літній період, кг
Сіно	5,5	—
Солома	1,0	—
Силос	24,0	—
Коренеплоди	8,0	—
Концентровані корми	3,0	1,5
Карбамід	0,08	—
Сіль кухонна	0,08	0,07
Мінеральні корми	0,18	—
Обезфторений фосфат	—	0,035
Зелені корми	—	54,0

Добова потреба в кожному виді корму для всього поголів'я визначається за формулами:

$$P_{\text{доб}}^3 = M_{\text{ум}} \cdot q_i^3, \quad P_{\text{доб}}^{\text{л}} = M_{\text{ум}} \cdot q_i^{\text{л}},$$

де $M_{\text{ум}}$ – умовне поголів'я тварин; q_i^3 , $q_i^{\text{л}}$ – норма видачі корму на одну умовну голову відповідно для зимового і літнього періодів.

Наприклад, для силосу (зимовий період):

$$P_{\text{доб}}^{\text{сил}} = 24,0 \cdot 453 = 10872 \text{ кг}$$

У літній період силос не використовується.

Річна потреба визначається за формулою:

$$P_{\text{р}} = P_{\text{доб}}^3 \cdot D_3 + P_{\text{доб}}^{\text{л}} \cdot D_{\text{л}},$$

де D_3 , $D_{\text{л}}$ – тривалість зимового та літнього періодів.

Для умов України приймають: зимовий період – 195 днів; літній період – 170 днів.

Наприклад, для силосу:

$$P_{\text{р}}^{\text{сил}} = 10872 \cdot 195 = 2120040 \text{ кг}$$

При визначенні обсягів кормів, що підлягають заготівлі, необхідно враховувати втрати при зберіганні і транспортуванні. Для цього вводиться поправочний коефіцієнт:

$$P_{\text{п.р}} = P_{\text{р}} \cdot K_{\text{в}},$$

де $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт втрат.

Для силосу:

$$P_{\text{п.р}}^{\text{сил}} = 2120040 \cdot 1,15 = 2438046 \text{ кг}$$

Аналогічні розрахунки виконуються для всіх видів кормів.

Узагальнені результати потреби в кормах наведені в табл. 2.3.

Для забезпечення ефективного використання кормів добову норму розподіляють на декілька годівель. Як правило, застосовується триразова годівля.

При цьому:

- у денну годівлю видають до 40 % кормів;
- грубі корми задають переважно вранці та ввечері;
- концентрати та мінеральні добавки розподіляють рівномірно.

Разова потреба визначається за формулою:

$$P_{\text{раз}} = \beta \cdot P_{\text{доб}},$$

де β – частка корму у відповідній годівлі.

Таблиця 2.3 – Потреба ферми в кормах

Вид корму	Добова (зима), кг	Добова (літо), кг	Річна, кг	До складування, кг
Сіно	2492	—	485940	558831
Солома	453	—	88335	101585
Силос	10872	—	2120040	2438046
Коренеплоди	3624	—	706680	727880
Концентрати	1359	680	380605	384411
Карбамід	36,2	—	7059	7130
Сіль	36,2	32	12499	12624
Мінеральні корми	82	—	15990	16150
Фосфат	—	16	2731	2758
Зелені корми	—	24462	4158540	4366467

Таблиця 2.4 – Розподіл кормів за годівлями (зимовий період)

Вид корму	Добова потреба, кг	1-ша годівля	2-га годівля	3-тя годівля
Сіно	2492	748	—	1744
Солома	453	136	—	317
Силос	10872	3262	5436	2174
Коренеплоди	3624	1087	2537	—
Концентрати	1359	448	448	463

Таким чином, обґрунтований вибір раціону годівлі та виконані розрахунки добової і річної потреби в кормах дозволяють визначити реальні обсяги кормових ресурсів, необхідних для забезпечення ферми. Це, у свою чергу, є основою для проєктування механізованої технологічної лінії роздавання кормів, вибору обладнання та оптимізації режимів його роботи. Раціональний розподіл кормів протягом доби забезпечує підвищення їх засвоюваності, стабілізацію продуктивності тварин і зниження втрат кормів.

2.5 Вибір і обґрунтування загальної технологічної схеми лінії

Комплекс робіт, пов'язаних із забезпеченням тварин кормами, включає послідовність взаємопов'язаних операцій: завантаження кормів у транспортні засоби, їх доставку до місць згодовування, за необхідності – перевантаження у роздавальні механізми, транспортування вздовж кормового фронту, дозовану видачу у годівниці, а також очищення кормових столів від залишків. Рациональна організація цих операцій є основою ефективної роботи всієї технологічної лінії годівлі.

У практиці тваринництва застосовують два основні типи технічних рішень для роздавання кормів – мобільні та стаціонарні системи. Використання мобільних кормороздавачів дозволяє уникнути додаткового перевантаження кормів між транспортними і роздавальними засобами, що значно спрощує технологічний процес. У цьому випадку технологічна схема набуває компактного вигляду і включає такі операції: завантаження кормів у мобільний кормороздавач, транспортування їх до тваринницького приміщення, переміщення вздовж кормового фронту, дозоване роздавання корму та подальше очищення годівниць.

Основною перевагою мобільних кормороздавачів є можливість об'єднання більшості операцій технологічного циклу в межах однієї машини (за винятком очищення годівниць), що суттєво спрощує організацію процесу годівлі та зменшує трудомісткість робіт. Крім того, такі машини відзначаються високою універсальністю: один кормороздавач може обслуговувати кілька приміщень за змінним графіком, а в літній період використовуватися для роздавання кормів на відкритих вигульних або відгодівельних майданчиках. Це дозволяє знизити потребу в додатковому обладнанні та скоротити капітальні витрати на механізацію процесу годівлі.

Стаціонарні кормороздавальні системи, навпаки, встановлюються безпосередньо у тваринницьких приміщеннях, тоді як корми до них

доставляються окремими транспортними засобами. Виняток становлять системи гідравлічного або пневматичного транспортування, де рідкі чи напіврідкі корми подаються трубопроводами безпосередньо з кормоцеху. Хоча стаціонарні системи потребують значних капітальних вкладень, вони відзначаються високою надійністю, добре інтегруються у автоматизовані системи управління, не створюють надмірного шуму та забезпечують стабільні умови роботи.

Подальше вдосконалення технології роздавання кормів можливе за умови раціонального розміщення кормосховищ (силосних траншей, буртів коренеплодів, скирт грубих кормів) або бункерів-накопичувачів безпосередньо біля тваринницьких приміщень чи їх блокування з ними. У цьому випадку технологічна схема значно спрощується і включає: завантаження кормів зі сховищ на транспортні або стаціонарні засоби, транспортування вздовж кормового фронту, дозовану видачу у годівниці та очищення кормових столів. Такий підхід є найбільш досконалим і характерний для великих промислових комплексів, де створені умови для повної механізації та автоматизації процесів годівлі.



Рисунок 2.1 – Загальна схема технологічного процесу навантаження, транспортування та роздавання кормів

З урахуванням аналізу існуючих технологічних рішень, технічних

можливостей обладнання та зоотехнічних вимог до процесу годівлі, у даному проєкті доцільно прийняти мобільну технологічну схему. Вона забезпечує оптимальне поєднання простоти, гнучкості та економічної ефективності.

Згідно з прийнятою схемою, корми після завантаження за допомогою навантажувача подаються у мобільний кормороздавач, агрегатований з колісним трактором. Далі корм транспортується до тваринницького приміщення і тим самим кормороздавачем рівномірно розподіляється по годівницях уздовж кормового фронту. Така організація процесу дозволяє мінімізувати кількість технологічних операцій, скоротити витрати праці та забезпечити високу якість роздавання кормів, що є важливою передумовою підвищення продуктивності тварин.

2.6 Визначення продуктивності технологічної лінії, підбір машин і обґрунтування їх кількості

Одним із ключових етапів проєктування механізованої технологічної лінії роздавання кормів є визначення її продуктивності, а також підбір відповідних машин і обладнання для виконання всіх технологічних операцій. Від правильності цих розрахунків залежить безперервність процесу годівлі, рівномірність навантаження на техніку та ефективність використання ресурсів.

Продуктивність лінії навантаження, транспортування і роздавання кормів визначається залежно від максимальної кількості корму, яка видається за одну годівлю, тривалості виконання операції та коефіцієнта використання робочого часу:

$$W_{\text{л}} = \frac{P_{\text{max}}}{t \cdot \tau},$$

де $W_{\text{л}}$ – продуктивність технологічної лінії, кг/год; P_{max} – максимальна разова потреба в кормах, кг; t – тривалість роботи лінії, год; τ – коефіцієнт використання робочого часу.

Підставляючи вихідні дані:

$$W_{\text{л}} = \frac{8472}{1,5 \cdot 0,9} = 6276 \text{ кг/год.}$$

Отримане значення визначає мінімально необхідну продуктивність усіх машин, що входять до складу технологічної лінії.

Підбір технічних засобів здійснюється відповідно до прийнятої технологічної схеми. Обладнання повинно забезпечувати безперервність процесу, відповідати зоотехнічним вимогам та мати достатню продуктивність.

Для вибору оптимального варіанта сформовано три можливі комплекти машин:

1 варіант: ПСК–5 + МТЗ–82 → 01МТД + МТЗ–80

2 варіант: ПС-Ф–5 + ЮМЗ–6Л → КТУ–10А + МТЗ–80

3 варіант: ПСС–5,5 + МТЗ–100 → РСП–10 + МТЗ–100

Кількість навантажувачів визначається за формулою:

$$n_{\text{нав}} = \frac{W_{\text{л}}}{W_{\text{нав}}},$$

де $W_{\text{нав}}$ – продуктивність навантажувача.

Результати розрахунків:

ПСК–5:

$$n = \frac{6276}{16000} = 0,4$$

ПС-Ф–5:

$$n = \frac{6276}{10000} = 0,63$$

ПСС–5,5:

$$n = \frac{6276}{25000} = 0,25$$

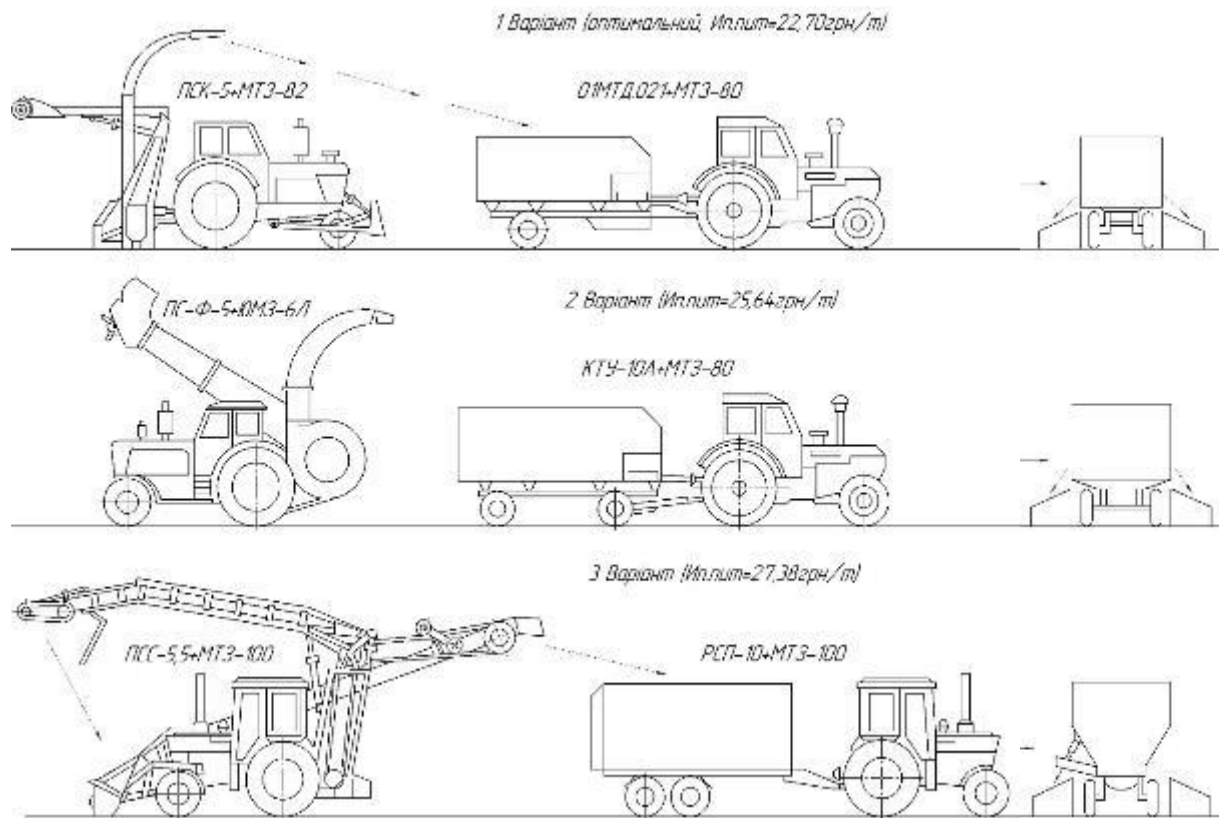


Рисунок 2.2 – Варіанти технологічних ліній роздавання кормів

У всіх випадках приймається по одному навантажувачу, оскільки отримані значення менші одиниці.

Кількість кормороздавачів визначається через співвідношення необхідної кількості рейсів до можливостей однієї машини:

$$n_p = \frac{i_z}{i_{\text{ц}}},$$

де i_z – загальна кількість рейсів; $i_{\text{ц}}$ – кількість рейсів, які може виконати один кормороздавач.

Загальна кількість рейсів:

$$i_z = \frac{G_{\text{раз}}}{G_p}.$$

Результати: 1 варіант: $i_z = 4,8$, 2 варіант: $i_z = 2,42$, 3 варіант: $i_z = 2,12$.

Час одного циклу роботи кормороздавача:

$$T_{\text{ц}} = (t_x + t_{\text{т}} + t_z + t_p) \cdot k_o,$$

де враховуються: транспортування порожнього агрегату; транспортування завантаженого агрегату; завантаження; роздавання кормів; додаткові витрати часу (коефіцієнт $k_o = 1,1 \dots 1,2$).

Результати розрахунків

1 варіант: $T_{ц}=0,36$ год, $i_{ц}=4,17$, $n_p=1,1 \rightarrow 1$ кормороздавач;

2 варіант: $T_{ц}=0,64$ год, $i_{ц}=2,34$, $n_p=1,03 \rightarrow 1$ кормороздавач;

3 варіант: $T_{ц}=0,42$ год, $i_{ц}=3,6$, $n_p=0,6 \rightarrow 1$ кормороздавач.

Узагальнення результатів наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Склад машин для варіантів технологічної лінії

Варіант	Навантажувач	Трактор	Кормороздавач	Кількість
1	ПСК–5	МТЗ–82	01МТД	1
2	ПС-Ф–5	ЮМЗ–6Л	КТУ–10А	1
3	ПСС–5,5	МТЗ–100	РСП–10	1

Проведені розрахунки показали, що для забезпечення заданої продуктивності технологічної лінії у всіх варіантах достатньо використання одного навантажувача і одного кормороздавача. Це свідчить про раціональність підібраних машин та їх відповідність виробничим умовам.

Остаточний вибір оптимального варіанта технологічної лінії буде здійснено на основі техніко-економічного аналізу із використанням обчислювальних методів, що дозволить врахувати не лише продуктивність, а й витрати палива, експлуатаційні витрати та ефективність використання техніки.

2.7 Висновки до розділу

У результаті проектування механізованої лінії роздавання кормів обґрунтовано основні технологічні та технічні рішення, спрямовані на

підвищення ефективності годівлі тварин . Встановлено, що механізація процесів навантаження, транспортування і роздавання кормів є ключовим фактором зниження трудових витрат і підвищення продуктивності тварин.

Обґрунтовано комбінований спосіб утримання (прив'язний для дійного стада та безприв'язний для відгодівлі), визначено структуру стада і умовне поголів'я (453 ум. гол.), що стало основою для розрахунку потреби в кормах і параметрів технологічної лінії.

Доведено доцільність використання мобільної технологічної схеми роздавання кормів, яка забезпечує простоту, гнучкість і зниження витрат. Розрахунки показали, що для виконання заданого обсягу робіт достатньо одного навантажувача та одного кормороздавача.

Отже, розроблена технологічна лінія є ефективною, відповідає зоотехнічним вимогам і створює передумови для подальшої оптимізації та економічного обґрунтування.

3 РОЗРОБКА КОРМОРОЗДАВАЧА-ЗМІШУВАЧА

3.1 Зоотехнічні вимоги до мобільного агрегату

Враховуючи функціональне призначення розроблюваного мобільного агрегату, яке полягає у ефективному очищенні вигульних майданчиків і кормогнойових проходів тваринницьких приміщень від гною, до нього висувається комплекс зоотехнічних, технічних і експлуатаційних вимог.

Передусім агрегат повинен забезпечувати якісне та рівномірне очищення поверхонь без залишків гною, що є важливим для підтримання належного санітарно-гігієнічного стану та запобігання накопиченню шкідливих газів і патогенних мікроорганізмів. Робочі органи машини мають характеризуватись високою зносостійкістю, довговічністю та стійкістю до агресивного хімічного середовища гною.

Важливою вимогою є можливість регулювання продуктивності агрегату залежно від умов експлуатації, ступеня забруднення поверхні та площі обробки. Конструкція машини повинна бути максимально простою, технологічною у виготовленні та зручною в обслуговуванні, що дозволить знизити витрати на її експлуатацію та ремонт.

Особливу увагу необхідно приділити забезпеченню легкого очищення агрегату від залишків гною, а також можливості проведення його миття і дезінфекції, що є обов'язковою умовою дотримання ветеринарно-санітарних норм.

З точки зору організації технологічного процесу, прибирання гною з вигульних майданчиків і кормогнойових проходів доцільно здійснювати з періодичністю один раз на 2–3 доби. При цьому під час очищення приміщень тварини повинні бути виведені на вигульні майданчики. Тривалість виконання операції має бути мінімальною: для корівника на 200 голів – не більше 30 хвилин, а для приміщення на 400 голів – до 40

хвилин, що забезпечує безперервність технологічного процесу та мінімізує стрес для тварин.

3.2 Аналіз існуючих засобів механізації роздавання кормів та обґрунтування об'єкта модернізації

На сучасних фермах великої рогатої худоби для роздавання кормів широко застосовуються різні типи механізованих засобів, що забезпечують транспортування, підготовку та дозовану видачу кормових сумішей. Найбільш поширеними серед них є причіпні кормороздавачі типу КТУ-10А, малогабаритні одноосні машини РММ-Ф-6, роздавачі-змішувачі РСП-10, акумуляторні установки КСА-5Б, а також самохідні агрегати типу АРС-10.

Причіпний кормороздавач КТУ-10А призначений для транспортування та роздавання різних видів кормів, зокрема силосу, сінажу, подрібненої зеленої маси, сіна і соломи. Його конструкція включає поздовжній транспортер, блок бітерів і поперечний транспортер, що забезпечують подачу, розрихлення та рівномірне розподілення корму в годівниці. Робочі органи приводяться в дію від вала відбору потужності трактора. Однак, незважаючи на універсальність, цей роздавач має певні обмеження: він потребує достатньої ширини кормового проїзду, обмежений за швидкістю руху та не забезпечує подрібнення кормів, зокрема коренеплодів.

Малогабаритний кормороздавач РММ-Ф-6 є більш компактним і маневреним. Він призначений для транспортування і роздавання подрібнених кормів різного типу, включаючи грубі, соковиті та концентровані корми. Конструкція дозволяє здійснювати одно- або двостороннє роздавання кормів при регульованій нормі видачі. Основними робочими органами є поздовжній планчастий транспортер і поперечний стрічковий транспортер. Продуктивність машини регулюється швидкістю

руху агрегату та швидкістю подачі корму. Разом із тим, як і більшість аналогічних машин, РММ-Ф-6 не забезпечує подрібнення кормових компонентів безпосередньо під час роздавання.



РММ-Ф-6



РСР-10



КТУ-10



Agrimono AGMix



«Брацлав»



Siloking DUO

Рисунок 3.1 – Загальний вигляд відомих кормороздавачів

Роздавач-змішувач РСР-10 виконує більш складні функції, оскільки дозволяє не лише транспортувати і роздавати, але й змішувати різні

компоненти кормової маси. У його конструкції передбачені шнекові робочі органи, які забезпечують перемішування кормів і їх рівномірну подачу до вивантажувального пристрою. Проте ефективна робота цієї машини можлива лише за умови попереднього подрібнення кормів до визначених розмірів, що обмежує її універсальність.

Самохідні кормороздавачі, такі як АРС-10, відрізняються підвищеною автономністю та продуктивністю, однак мають складнішу конструкцію і вищу вартість експлуатації. Акумуляторні роздавачі типу КСА-5Б, у свою чергу, забезпечують екологічність і низький рівень шуму, але їх використання обмежене умовами електропостачання та відносно невеликою продуктивністю.

Аналіз конструкцій і принципів роботи існуючих кормороздавачів показує, що більшість із них орієнтовані на роботу з уже підготовленими, подрібненими кормами, переважно на основі стеблових компонентів. При цьому можливості роботи з коренеплодами є обмеженими. Як правило, такі корми можуть подаватися у цілому вигляді, що погіршує їх поїдання тваринами, або потребують попереднього подрібнення на окремому обладнанні, що ускладнює технологічний процес і збільшує витрати.

Таким чином, існуючі засоби механізації не повною мірою відповідають сучасним вимогам до універсальності та ефективності процесу годівлі. Особливо це стосується можливості одночасного подрібнення і роздавання коренеплодів, які займають значну частку в раціонах великої рогатої худоби.

З огляду на виявлені недоліки, обґрунтовано доцільність модернізації мобільного кормороздавача РММ-Ф-6. Основним напрямом удосконалення є оснащення машини додатковими робочими органами, що забезпечать подрібнення коренеплодів безпосередньо під час роздавання. Це дозволить:

- спростити технологічний процес годівлі;
- зменшити кількість необхідного обладнання;

- підвищити якість підготовки кормів;
- знизити витрати праці та енергії.

Отже, модернізація кормороздавача РММ-Ф-6 є обґрунтованим і перспективним напрямом удосконалення механізованої лінії роздавання кормів, що дозволить підвищити ефективність роботи ферми та забезпечити відповідність сучасним вимогам тваринництва.

3.3 Опис технологічної схеми модернізованого кормороздавача та принципу його дії

Запропонована конструкторська розробка передбачає вдосконалення робочого вузла кормороздавача шляхом модернізації блоку бітерів. Інші складові машини залишаються без змін і запозичуються з базової конструкції кормороздавача РММ-Ф-6, що дозволяє зберегти його основні техніко-експлуатаційні характеристики, надійність та простоту обслуговування.

Основною відмінністю модернізованої машини є заміна стандартних бітерів на ножові барабани, які забезпечують подрібнення коренеплодів безпосередньо в процесі роздавання корму. Кожен ножовий барабан виконаний у вигляді трубчастого вала, на якому з рівномірним кроком закріплено 12 металевих пластин товщиною 8 мм. Пластины розташовані по двох зустрічно спрямованих гвинтових лініях, що сприяє рівномірному розподілу навантаження по довжині вала, зменшенню динамічних навантажень і підвищенню довговічності підшипникових вузлів.

До кожної пластини за допомогою болтових з'єднань (М10) кріпляться два ножі – правого та лівого виконання. Робочі країки ножів мають вигин під кутом 135° , що забезпечує ефективне захоплення і різання коренеплодів. Товщина ножів становить 3 мм, перекриття між ними – 20 мм, а кут заточування – 12° , що гарантує високу якість подрібнення та зниження енергоспоживання процесу. Загальний діаметр ножового

барабана разом із ножами становить 400 мм, що забезпечує оптимальне співвідношення між продуктивністю та енергетичними витратами.

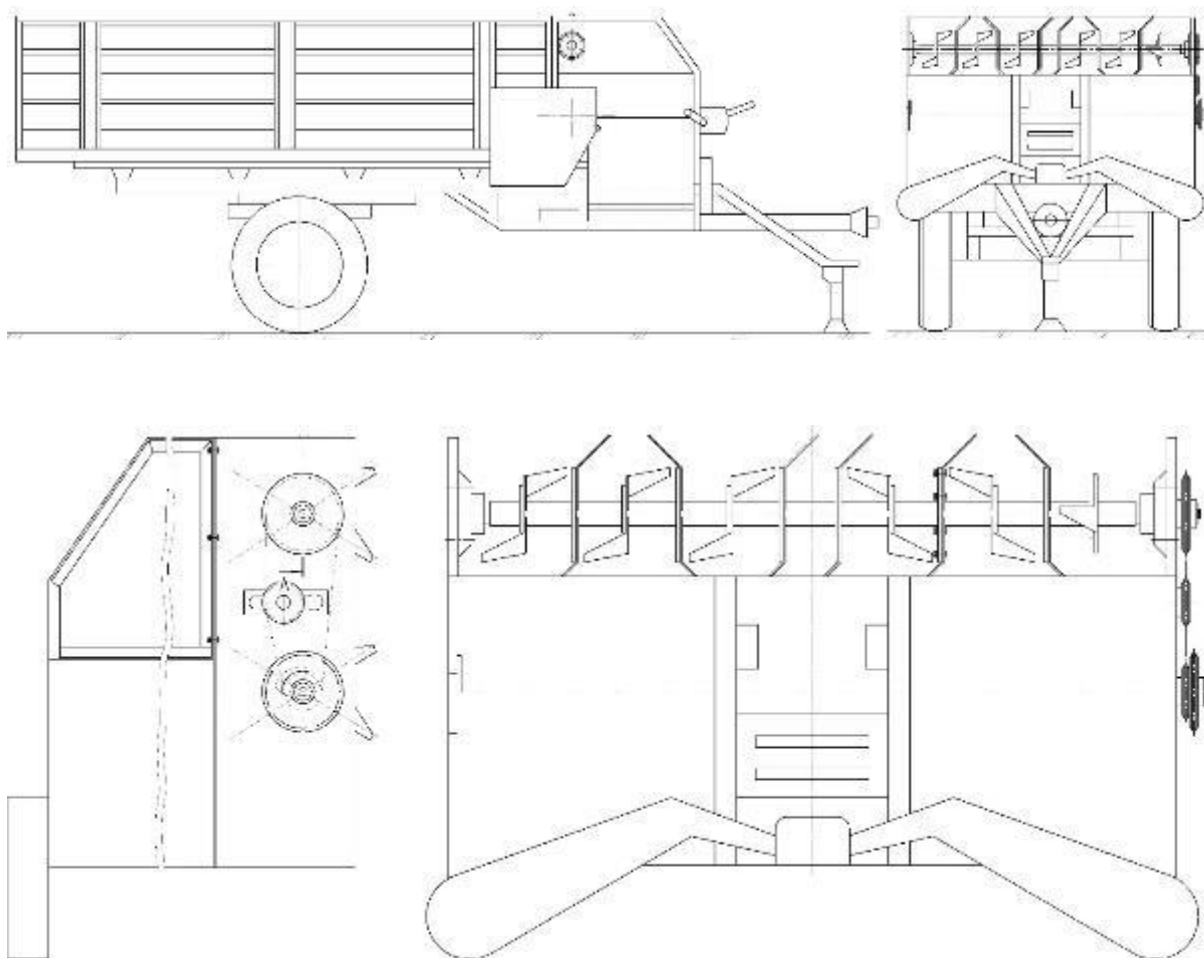


Рисунок 3.2 – Конструктивно-технологічна схема модернізованого кормороздавача

З обох боків кожного барабана передбачено цапфи, на які встановлюються сферичні кулькові підшипники. Підшипникові вузли закріплюються у бокових стінках бункера, що забезпечує надійну фіксацію барабанів і стабільність їх роботи при змінних навантаженнях.

Привід ножових барабанів здійснюється від конічного бортового редуктора кормороздавача через втулично-роликову ланцюгову передачу. Обертальний рух передається на вал приводу, далі – на нижній ножовий барабан, від якого через передачу крутний момент передається на верхній

барабан. Така кінематична схема забезпечує узгоджену роботу обох барабанів і стабільність технологічного процесу.

Принцип дії модернізованого кормороздавача полягає в наступному. Завантажені в бункер коренеплоди за допомогою позовжнього транспортера переміщуються до зони подрібнення. Ножові барабани обертаються назустріч потоку корму, що сприяє інтенсивному захопленню матеріалу та його ефективному подрібненню. Подрібнена маса надходить на поперечний транспортер, який забезпечує рівномірну подачу корму безпосередньо у годівниці тварин.

Запропонована модернізація дозволяє розширити функціональні можливості кормороздавача, підвищити якість підготовки кормів, зменшити трудомісткість технологічного процесу та забезпечити більш повне використання кормових ресурсів, зокрема коренеплодів.

3.4 Технологічний розрахунок модернізованого кормороздавача

Продуктивність модернізованого кормороздавача визначається пропускною здатністю подрібнювального вузла – блоку ножових барабанів, який є ключовим елементом у технологічному процесі підготовки та роздавання корму. Розрахунок продуктивності здійснюється за наступною залежністю:

$$Q = 60 \cdot a_{\max} \cdot L_6 \cdot l_p \cdot \gamma \cdot Z \cdot n \cdot \beta \cdot k,$$

де $a_{\max}$ – максимальна товщина шару коренеплодів, що зрізається ножами за один прохід, м; L_6 – робоча довжина ножового барабана, м; l_p – довжина часток подрібненого корму, м; γ – середня щільність коренеплодів, кг/м³; Z – кількість ножів на одному барабані, шт.; n – частота обертання ножового барабана, хв⁻¹; $\beta=0,5\ldots0,7$ – коефіцієнт, що враховує втрати продуктивності внаслідок конструктивних і технологічних недосконалостей; k – кількість ножових барабанів у блоці.

Частота обертання ножового барабана визначається з умови забезпечення необхідної швидкості різання:

$$n = \frac{30 \cdot v_{кр}}{\pi \cdot R_б},$$

де $v_{кр}$ – критична швидкість різання коренеплодів, м/с (для даного виду кормів знаходиться в межах 1,4–1,6 м/с); $R_б$ – радіус ножового барабана, м.

Підставляючи числові значення, отримаємо:

$$n = \frac{30 \cdot (1,4 \dots 1,6)}{3,14 \cdot 0,2} = 65 \dots 75 \text{ хв}^{-1}.$$

Отримане значення частоти обертання забезпечує ефективний процес різання без перевантаження приводу та надмірного зношування ножів.

Далі визначимо продуктивність кормороздавача:

$$Q = 60 \cdot 0,03 \cdot 1,43 \cdot 0,01 \cdot 570 \cdot 12 \cdot (65 \dots 75) \cdot 0,5 \cdot 2,$$

звідки:

$$Q = 11444 \dots 13205 \text{ кг/год.}$$

Отже, продуктивність модернізованого кормороздавача становить приблизно 11,4–13,2 т/год, що свідчить про достатньо високу ефективність роботи машини при роздаванні подрібнених коренеплодів.

Слід зазначити, що отримані значення продуктивності можуть змінюватися залежно від фізико-механічних властивостей корму (вологість, твердість, форма коренеплодів), технічного стану ножів, а також режимів роботи агрегату. Запропонована модернізація забезпечує не лише підвищення продуктивності, але й покращення якості подрібнення, рівномірність роздавання корму та зниження енерговитрат у порівнянні з традиційними конструкціями.

3.5 Визначення потужності приводу та кінематичний розрахунок блока ножових барабанів

Для забезпечення ефективної роботи модернізованого кормороздавача необхідно визначити потужність приводу ножових

барабанів, яка повинна покривати як енергетичні витрати на подрібнення корму, так і втрати при холостому ході механізму. Загальна потужність привода визначається за залежністю:

$$N = N_{\text{подр}} + N_{\text{хх}},$$

де $N_{\text{подр}}$ – потужність, що витрачається безпосередньо на процес подрібнення коренеплодів, кВт; $N_{\text{хх}}$ – потужність холостого ходу, кВт.

Потужність, необхідна для подрібнення корму, враховує витрати енергії на різання та подолання сил тертя і визначається за формулою:

$$N_{\text{подр}} = \frac{N_{\text{різ}} + N_{\text{Т}}}{\eta},$$

де $N_{\text{різ}}$ – потужність, що витрачається на різання коренеплодів, кВт; $N_{\text{Т}}$ – потужність, що витрачається на подолання сил тертя, кВт; $\eta = 0,955$ – коефіцієнт корисної дії механічної передачі.

Потужність різання визначається залежністю:

$$N_{\text{різ}} = P \cdot Z \cdot v \cdot K_o,$$

де P – сила різання, кН; Z – кількість ножів на барабані; v – швидкість різання, м/с; K_o – коефіцієнт, що враховує конструктивні особливості вузла.

Сила різання визначається як:

$$P = q_o \cdot l,$$

де $q_o = 1,5 \dots 2,0$ кН/м – питомий опір різанню; l – довжина леза ножа, м.

Приймаючи $q_o = 1,75$ кН/м та $l = 0,2$ м, отримаємо:

$$P = 1,75 \cdot 0,2 = 0,35 \text{ кН.}$$

З урахуванням того, що точка прикладання сили різання знаходиться на відстані $2/3R_6$ від осі обертання барабана, швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{2\pi n \cdot 2R_6}{3}.$$

Підставляючи значення $n = 70 \text{ хв}^{-1}$ та $R_6 = 0,2$ м:

$$v = 2 \cdot 3,14 \cdot 70 \cdot \frac{2 \cdot 0,2}{3} = 58,6 \text{ м/хв} = 0,98 \text{ м/с.}$$

Тоді потужність різання становить:

$$N_{\text{різ}} = 0,35 \cdot 12 \cdot 0,98 \cdot 1,05 = 4,32 \text{ кВт.}$$

Потужність, що витрачається на подолання сил тертя, визначається за залежністю:

$$N_T = \frac{4 \cdot M \cdot f \cdot g \cdot R_6 \cdot n \cdot \beta}{3} \cdot 10^{-3},$$

де M – маса корму в зоні різання, кг; $f = 0,6$ – коефіцієнт тертя; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння; $\beta = 0,3 \dots 0,4$ – коефіцієнт зменшення нормального тиску.

Підставляючи значення, отримуємо:

$$N_T = 0,07 \text{ кВт.}$$

Отже, сумарна потужність на подрібнення:

$$N_{\text{подр}} = \frac{4,32 + 0,07}{0,95} = 4,62 \text{ кВт.}$$

Потужність холостого ходу приймається на рівні 15–20% від потужності подрібнення:

$$N_{\text{хх}} = (1,15 \dots 1,2) \cdot N_{\text{подр}}.$$

Приймаючи коефіцієнт 1,15, маємо:

$$N_{\text{хх}} = 1,15 \cdot 4,62 = 5,31 \text{ кВт.}$$

Оскільки у конструкції передбачено два ножових барабани, загальна необхідна потужність привода становить:

$$N_{\text{заг}} = 2 \cdot 5,31 = 10,62 \text{ кВт.}$$

Таким чином, для забезпечення надійної роботи модернізованого вузла доцільно застосовувати привід із запасом потужності не менше 10–15%.

Кінематичний розрахунок ланцюгової передачі привода ножових барабанів передбачає визначення передаточного числа:

$$u = \frac{n_{\text{пр}}}{n_6},$$

де $n_{\text{пр}}$ – частота обертання ведучої зірочки; n_6 – частота обертання ножового барабана.

Підставляючи значення:

$$u = \frac{155}{70} = 2,21.$$

Із стандартного ряду передаточних чисел приймаємо:

$$u = 2,25$$

що забезпечує стабільний режим роботи привода та оптимальну швидкість обертання ножових барабанів.

Узагальнюючи, проведений розрахунок підтверджує працездатність і енергетичну доцільність запропонованої конструкції, а також забезпечує основу для подальшого підбору елементів привода та їх конструктивного виконання.

3.6 Розрахунок ланцюгової передачі

Для передачі обертального руху до ножових барабанів у модернізованому кормороздавачі приймається приводний роликовий ланцюг типу ПР-25,4-5670 відповідно до стандарту ДСТУ ISO 606. Вибір даного типу ланцюга обумовлений його достатньою міцністю, зносостійкістю та здатністю працювати при змінних навантаженнях, характерних для процесу подрібнення кормів.

При заданому передаточному числі $u = 2,25$ мінімальну кількість зубів ведучої зірочки приймаємо в межах рекомендованого діапазону 25–27. З урахуванням конструктивної доцільності приймаємо:

$$Z_1 = 25.$$

Кількість зубів веденої зірочки визначається як:

$$Z_2 = Z_1 \cdot u = 25 \cdot 2,25 = 56,25.$$

Оскільки число зубів повинно бути цілим, приймаємо:

$$Z_2 = 56.$$

Для оцінки умов роботи ланцюга визначається коефіцієнт експлуатації:

$$K_e = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5,$$

де враховано характер навантаження, довжину ланцюга, кут нахилу передачі, умови регулювання та режим змащення. Підставляючи відповідні значення коефіцієнтів, отримуємо:

$$K_e = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 = 1,875.$$

Розрахунковий тиск у шарнірах ланцюга визначається за формулою:

$$p = 22,4 \cdot \frac{T_1 \cdot K_e}{Z_1 \cdot t^3},$$

де T_1 – крутний момент на ведучій зірочці, Н·м; $t = 25,4$ мм – крок ланцюга.

Крутний момент визначається через потужність і кутову швидкість:

$$T_1 = \frac{N}{\omega_{\text{пр}}}, \quad \omega_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{пр}}}{30}.$$

При $n_{\text{пр}} = 155 \text{ хв}^{-1}$:

$$\omega_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 155}{30} = 16,2 \text{ с}^{-1},$$

$$T_1 = \frac{10,62 \cdot 10^3}{16,2} = 656 \text{ Нм}.$$

Тоді розрахунковий тиск:

$$p = 67,3 \text{ Н/мм}^2,$$

що менше допустимого значення $[p] = 84 \text{ Н/мм}^2$, отже вибраний ланцюг відповідає умовам міцності.

Основні параметри прийнятого ланцюга: крок $t = 25,4$ мм, діаметр ролика $d = 15,88$ мм, внутрішня ширина $B = 15,88$ мм, маса $q = 2,6$ Н/м, граничне руйнівне навантаження – 56700 Н.

Окружне зусилля в ланцюзі визначається як:

$$F_t = \frac{N}{v},$$

де швидкість ланцюга:

$$v = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_{\text{пр}}}{60 \cdot 1000} = 1,64 \text{ м/с}.$$

Тоді:

$$F_t = \frac{10,62 \cdot 10^3}{1,64} = 6476 \text{ Н.}$$

Міжосьову відстань передачі приймаємо в межах:

$$a = (30 \dots 50) \cdot t = 762 \dots 1270 \text{ мм,}$$

остаточно:

$$a = 1000 \text{ мм.}$$

Довжина ланцюга визначається:

$$L = 3044 \text{ мм.}$$

Число ланок:

$$L_t = L/t = 119,8 \approx 120.$$

Приймається парне число ланок $L_t=120$, що дозволяє уникнути використання перехідної ланки та підвищує надійність передачі.

Частота ударів ланцюга:

$$U = 2,15 \text{ с}^{-1},$$

що значно менше допустимого значення $[U] = 20 \text{ с}^{-1}$, отже передача працюватиме плавно без ударних навантажень.

Геометричні параметри зірочок:

– діаметри початкових кіл:

$$D_1 = 202,6 \text{ мм, } D_2 = 453 \text{ мм;}$$

– діаметри кіл виступів:

$$D_{e1} = 214 \text{ мм, } D_{e2} = 465 \text{ мм;}$$

– ширина зубчастого вінця:

$$B = 14,6 \text{ мм.}$$

Таким чином, виконаний розрахунок підтверджує правильність вибору ланцюгової передачі типу ПР-25,4-5670, яка забезпечує необхідну міцність, довговічність і надійність роботи привода ножових барабанів у заданих умовах експлуатації. Запропоновані параметри передачі гарантують стабільність кінематичного режиму та ефективну передачу потужності без перевантажень.

3.7 Висновки до розділу

У результаті виконаних досліджень та інженерних розрахунків обґрунтовано доцільність модернізації мобільного кормороздавача РММ-Ф-6 шляхом удосконалення його робочого органу – блоку бітерів. Запропонована заміна бітерів на ножові барабани дозволяє реалізувати процес подрібнення коренеплодів безпосередньо під час роздавання корму, що суттєво розширює функціональні можливості машини та підвищує ефективність технологічного процесу годівлі тварин.

Проведений аналіз існуючих технічних засобів показав, що більшість кормороздавачів не забезпечують подрібнення коренеплодів у потоці роздавання, що зумовлює необхідність використання додаткового обладнання та ускладнює технологію. Запропоноване конструктивне рішення усуває цей недолік, забезпечуючи поєднання операцій подрібнення і роздавання в одному агрегаті.

Виконаний технологічний розрахунок підтвердив, що модернізований кормороздавач має продуктивність на рівні 11,4–13,2 т/год, що відповідає вимогам сучасних тваринницьких господарств. Розрахунок потужності привода показав, що для забезпечення стабільної роботи ножових барабанів необхідна потужність близько 10,6 кВт, що є прийнятним з точки зору енерговитрат і може бути реалізовано стандартними енергетичними засобами.

Кінематичний та силовий розрахунок привода, а також розрахунок ланцюгової передачі підтвердили правильність вибору її параметрів. Обраний роликовий ланцюг типу ПР-25,4-5670 забезпечує необхідну міцність, довговічність і надійність роботи механізму, а також відповідає умовам експлуатації за показниками тиску в шарнірах, окружного зусилля та динамічних навантажень.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Відповідно до положень Закону України «Про охорону праці» власник підприємства зобов'язаний забезпечити створення безпечних і здорових умов праці на кожному робочому місці. Це передбачає гарантування безпеки технологічних процесів, надійності функціонування машин, механізмів та обладнання, а також належного стану засобів колективного й індивідуального захисту. Важливим є також забезпечення санітарно-побутових умов, що повністю відповідають чинним нормативно-правовим вимогам у сфері охорони праці.

Організація охорони праці на фермі ВРХ. На підприємстві повинна функціонувати система управління охороною праці (СУОП), яка регламентує порядок розроблення, погодження, затвердження, впровадження та скасування внутрішніх нормативних документів. Її структура формується відповідно до загальної системи управління виробництвом і забезпечує комплексний підхід до організації безпечних умов праці.

До управління охороною праці залучаються керівники всіх рівнів, інженер з охорони праці, уповноважені представники трудового колективу, комісія з охорони праці та профспілкові органи. Така багаторівнева система управління дозволяє ефективно координувати заходи з безпеки праці та контролювати їх виконання.

СУОП визначає обов'язки посадових осіб щодо забезпечення безпеки праці. Зокрема, завідувач ферми ВРХ повинен:

- організовувати безпечні умови праці, запобігати виробничому травматизму та аваріям, забезпечуючи дотримання чинних нормативних документів;
- розробляти та проводити інструктажі з охорони праці, організовувати стажування працівників і вести відповідну документацію;

- здійснювати навчання працівників з питань охорони праці, розробляти програми підготовки та погоджувати їх із фахівцями служби охорони праці;
- визначати перелік робіт підвищеної небезпеки, для яких необхідне спеціальне навчання та періодична перевірка знань;
- брати участь у проведенні атестації робочих місць та оцінці їх санітарно-технічного стану;
- контролювати технічний стан машин і обладнання, організовувати їх обслуговування, огляди та випробування;
- забезпечувати працівників засобами індивідуального захисту та контролювати їх використання;
- підтримувати належний стан санітарно-побутових приміщень;
- здійснювати постійний контроль за умовами праці, виявляти небезпечні фактори та оперативно усувати їх;
- розробляти інструкції з охорони праці та забезпечувати їх впровадження;
- організовувати інформаційне забезпечення з питань охорони праці (стенди, плакати, знаки безпеки);
- впроваджувати та контролювати заходи пожежної безпеки;
- забезпечувати проведення медичних оглядів працівників;
- організовувати забезпечення працівників, зайнятих у шкідливих умовах, лікувально-профілактичним харчуванням і засобами гігієни.

Небезпечні та шкідливі фактори виробництва. У процесі виробництва молока і м'яса на фермах великої рогатої худоби працівники зазнають впливу комплексу небезпечних і шкідливих факторів, класифікованих відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 45001.

До них належать механічні (рухомі частини машин), фізичні (шум, вібрація, температурні коливання), хімічні (шкідливі гази, пил), біологічні (мікроорганізми) та психофізіологічні фактори. Їх наявність зумовлює необхідність впровадження комплексу профілактичних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу на працівників.

Вимоги пожежної безпеки. Технологічне обладнання ферми повинно відповідати вимогам пожежної безпеки та експлуатуватися відповідно до встановлених режимів роботи. У разі виникнення аварійних ситуацій необхідно передбачати заходи, що обмежують поширення пожежі та мінімізують її наслідки. Всі технологічні процеси мають виконуватися згідно з нормативно-технічною документацією. Для кормів і сировини повинні бути визначені показники пожежної небезпеки, а персонал має бути ознайомлений з правилами їх безпечного використання. Забороняється експлуатація несправного обладнання або обладнання з відключеними контрольно-вимірювальними приладами. Для очищення і обслуговування слід застосовувати негорючі мийні засоби та безпечні технології.

Вимоги екологічної безпеки. Тваринницькі підприємства є значними джерелами утворення органічних відходів, зокрема гною, що може негативно впливати на довкілля. Накопичення відходів призводить до забруднення повітря, ґрунтів і водних ресурсів. Для зменшення екологічного навантаження необхідно забезпечити збір гнойових стоків у спеціальні герметичні сховища, здійснювати внесення гною в ґрунт відповідно до агротехнічних норм та враховувати гідрогеологічні умови території.

Вимоги безпеки при експлуатації кормороздавача. До роботи з мобільним кормороздавачем допускаються лише підготовлені працівники, які пройшли інструктаж і стажування. Умови експлуатації повинні забезпечувати безпечний рух агрегату, відсутність сторонніх предметів і людей у зоні роботи. Забороняється виконання будь-яких операцій при працюючих робочих органах, а також експлуатація машини без захисних огорожень. Обслуговування та регулювання агрегату допускається лише при повністю зупиненому обладнанні.

Заходи забезпечення охорони праці. Комплекс заходів з охорони праці включає організаційні, технічні та санітарно-гігієнічні рішення, спрямовані на покращення умов праці, зниження виробничого травматизму та профілактику професійних захворювань. Їх реалізація здійснюється на основі аналізу умов праці та технічного стану виробничих об'єктів.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

Економічну ефективність удосконаленого змішувача кормів безперервної дії доцільно визначати шляхом порівняння його з базовим кормороздавачем КТУ-10А за основними статтями експлуатаційних витрат: витратами на паливо і мастильні матеріали, оплату праці, амортизацію та ремонт. За ринковими пропозиціями в Україні новий КТУ-10А у березні 2026 року продавався приблизно за 280 тис. грн, а окремі пропозиції були й вищими, до 340–384 тис. грн. Для розрахунку як базову ціну прийнято 280 000 грн. Середня ціна дизельного палива в Україні на 27.03.2026 становила 84,67 грн/л, а середня заробітна плата штатних працівників у січні 2026 року – 27 975 грн/міс. Нормативна витрата палива для трактора МТЗ-82 у сільськогосподарських роботах наводиться на рівні 7,3 л/маш.-год.

У подальших розрахунках приймаємо, що базовий і удосконалений агрегати працюють з одним і тим самим енергетичним засобом – трактором МТЗ-82, тому різниця в економічному ефекті формується насамперед за рахунок вищої продуктивності удосконаленого змішувача та дещо більшої його вартості. Для проєктного розрахунку прийнято, що удосконалений змішувач кормів безперервної дії коштує 360 000 грн, тобто на 80 000 грн дорожче за КТУ-10А. Це є розрахункове припущення, яке відображає ускладнення конструкції, застосування додаткових робочих органів і підвищення технологічних можливостей машини. Також прийнято, що продуктивність базового кормороздавача становить 10 т/год, а удосконаленого змішувача – 14 т/год. Такий приріст продуктивності є логічним, оскільки машина безперервної дії забезпечує рівномірніше подавання корму, менші простой та кращу організацію процесу роздавання.

Для забезпечення співставності результатів річну програму роботи приймаємо однаковою для обох машин. Виходимо з того, що на фермі за добу необхідно роздати 18 т кормів. Тоді річний обсяг робіт визначається за формулою

$$Q_p = Q_d \cdot D,$$

де Q_d – добовий обсяг роздавання кормів, т/добу; D – кількість днів роботи за рік.

$$Q_p = 18 \cdot 365 = 6570 \text{ т/рік.}$$

Річні витрати машинного часу становитимуть:

для базового кормороздавача КТУ-10А

$$T_6 = \frac{Q_p}{W_6} = \frac{6570}{10} = 657 \text{ год,}$$

для удосконаленого змішувача

$$T_y = \frac{Q_p}{W_y} = \frac{6570}{14} = 469,3 \text{ год.}$$

Отже, удосконалена машина забезпечує скорочення річної тривалості виконання операції на $657 - 469,3 = 187,7$ год.

Це безпосередньо впливає і на зниження витрат праці, і на зменшення витрат палива.

Витрати дизельного палива визначаємо за формулою

$$C_{\text{пал}} = T \cdot q_{\text{пал}} \cdot \Pi_{\text{пал}},$$

де T – річні витрати часу, год; $q_{\text{пал}}$ – погодинна витрата палива, л/год; $\Pi_{\text{пал}}$ – ціна 1 л дизельного палива, грн/л.

Для базового варіанта:

$$G_{\text{пал.б}} = 657 \cdot 7,3 = 4796,1 \text{ л,}$$

$$C_{\text{пал.б}} = 4796,1 \cdot 84,67 = 406085,79 \text{ грн.}$$

Для удосконаленого варіанта:

$$G_{\text{пал.у}} = 469,3 \cdot 7,3 = 3425,8 \text{ л,}$$

$$C_{\text{пал.у}} = 3425,8 \cdot 84,67 = 290061,28 \text{ грн.}$$

Економія коштів лише за рахунок палива становить

$$\Delta C_{\text{пал}} = 406085,79 - 290061,28 = 116024,51 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на мастильні матеріали в проектному розрахунку доцільно приймати у розмірі 10% від витрат на паливо. Це типові інженерне

припущення для укрупнених економічних розрахунків експлуатації машинно-тракторних агрегатів. Тоді:

для базового варіанта

$$C_{м.б} = 0,10 \cdot 406085,79 = 40608,58 \text{ грн},$$

для удосконаленого варіанта

$$C_{м.у} = 0,10 \cdot 290061,28 = 29006,13 \text{ грн}.$$

Економія за мастильними матеріалами становить

$$\Delta C_m = 40608,58 - 29006,13 = 11602,45 \text{ грн/рік}.$$

Витрати на оплату праці визначаємо за формулою

$$C_{пр} = T \cdot c_{год} \cdot n,$$

де $c_{год}$ – погодинна ставка оплати праці, грн/год; n – кількість обслуговуючих працівників.

На основі середньої зарплати 27 975 грн/міс. погодинну ставку для розрахунку приймаємо на рівні 170 грн/год, що відповідає сучасним умовам оплати праці в Україні.

Оскільки агрегат обслуговує один механізатор, маємо:

$$\text{для КТУ-10А: } C_{пр.б} = 657 \cdot 170 = 111690 \text{ грн},$$

$$\text{для удосконаленого змішувача: } C_{пр.у} = 469,3 \cdot 170 = 79778,57 \text{ грн}.$$

Економія витрат праці становить:

$$\Delta C_{пр} = 111690 - 79778,57 = 31911,43 \text{ грн/рік}$$

Амортизаційні відрахування розраховуємо за формулою

$$C_{ам} = B \cdot \frac{a}{100},$$

де B – балансова вартість машини, грн; a – норма амортизації, %.

Для розрахунку приймаємо норму амортизації 10% на рік. Тоді:

$$\text{для базового кормороздавача } C_{ам.б} = 280000 \cdot 0,10 = 28000 \text{ грн},$$

$$\text{для удосконаленого змішувача } C_{ам.у} = 360000 \cdot 0,10 = 36000 \text{ грн}.$$

Отже, за цією статтею витрат удосконалений варіант є дорожчим на

$$36000 - 28000 = 8000 \text{ грн/рік}.$$

Витрати на ремонт і технічне обслуговування приймаємо на рівні 8% від вартості машини:

$$C_{\text{рем}} = B \cdot \frac{r}{100},$$

де $r=8\%$.

Для базового варіанта: $C_{\text{рем.б}}=280000 \cdot 0,08=22400$ грн,

для удосконаленого: $C_{\text{рем.у}}=360000 \cdot 0,08=28800$ грн.

Різниця становить $28800-22400=6400$ грн/рік.

Таким чином, загальні річні експлуатаційні витрати дорівнюють:

для базового кормороздавача КТУ-10А

$$C_{\text{б}} = C_{\text{пал.б}} + C_{\text{м.б}} + C_{\text{пр.б}} + C_{\text{ам.б}} + C_{\text{рем.б}},$$

$$C_{\text{б}} = 406085,79 + 40608,58 + 111690 + 28000 + 22400 = 608784,37 \text{ грн/рік.}$$

Для удосконаленого змішувача кормів безперервної дії

$$C_{\text{у}} = C_{\text{пал.у}} + C_{\text{м.у}} + C_{\text{пр.у}} + C_{\text{ам.у}} + C_{\text{рем.у}},$$

$$C_{\text{у}} = 290061,28 + 29006,13 + 79778,57 + 36000 + 28800 = 463645,98 \text{ грн/рік.}$$

Річна економія експлуатаційних витрат становить

$$E_{\text{р}} = C_{\text{б}} - C_{\text{у}} = 608784,37 - 463645,98 = 145138,39 \text{ грн/рік.}$$

Для наочності доцільно визначити також питомі витрати на 1 т розданого корму:

для базового варіанта

$$c_{\text{б}} = \frac{608784,37}{6570} = 92,66 \text{ грн/т,}$$

для удосконаленого

$$c_{\text{у}} = \frac{463645,98}{6570} = 70,57 \text{ грн/т.}$$

Отже, зниження питомих витрат становить $92,66-70,57=22,09$ грн/т, або близько 23,8%.

Додаткові капітальні вкладення на впровадження удосконаленого змішувача кормів безперервної дії становлять

$$\Delta K = 360000 - 280000 = 80000 \text{ грн.}$$

Строк окупності додаткових вкладень визначається за формулою

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{E_p}.$$

Тоді

$$T_{\text{ок}} = \frac{80000}{145138,39} = 0,55 \text{ року.}$$

У місяцях це становить $0,55 \cdot 12 = 6,6$ міс.

Отже, додаткові капітальні вкладення в удосконалений змішувач кормів безперервної дії окупляться приблизно за 6–7 місяців експлуатації.

Проведений розрахунок свідчить, що, незважаючи на вищу початкову вартість удосконаленого змішувача, його використання є економічно доцільним. Основний ефект досягається за рахунок підвищення продуктивності процесу роздавання кормів, скорочення тривалості роботи агрегату, зменшення річних витрат палива, мастильних матеріалів і оплати праці. Певне зростання амортизаційних відрахувань і витрат на ремонт не перебиває отриману економію за експлуатаційними статтями. У підсумку удосконалений змішувач забезпечує річний економічний ефект 145,14 тис. грн і має короткий строк окупності додаткових вкладень – 0,55 року. Це підтверджує доцільність його впровадження у виробництво як більш ефективного засобу механізації процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби.

ВИСНОВКИ

1. Ефективність ферм ВРХ визначається вибором технології утримання та рівнем механізації, при цьому найбільш доцільною є безприв'язна система. Встановлено, що ключовим процесом є роздавання кормів, а найперспективнішими – мобільні системи із змішувачами безперервної дії, удосконалення яких забезпечує підвищення продуктивності та зниження витрат виробництва.

2. У результаті проектування механізованої лінії роздавання кормів обґрунтовано основні технологічні та технічні рішення, спрямовані на підвищення ефективності годівлі тварин. Встановлено, що механізація процесів навантаження, транспортування і роздавання кормів є ключовим фактором зниження трудових витрат і підвищення продуктивності тварин. Обґрунтовано комбінований спосіб утримання (прив'язний для дійного стада та безприв'язний для відгодівлі), визначено структуру стада і умовне поголів'я (453 ум. гол.), що стало основою для розрахунку потреби в кормах і параметрів технологічної лінії. Доведено доцільність використання мобільної технологічної схеми роздавання кормів, яка забезпечує простоту, гнучкість і зниження витрат. Розрахунки показали, що для виконання заданого обсягу робіт достатньо одного навантажувача та одного кормороздавача.

3. У результаті досліджень обґрунтовано доцільність модернізації кормороздавача РММ-Ф-6 шляхом заміни бітерів на ножові барабани, що дозволяє поєднати подрібнення коренеплодів із їх роздаванням та підвищити ефективність процесу годівлі. Встановлено, що існуючі машини не забезпечують виконання цих операцій одночасно, що потребує додаткового обладнання. Технологічні розрахунки показали, що продуктивність модернізованого агрегату становить 11,4–13,2 т/год, а необхідна потужність привода – близько 10,6 кВт, що відповідає сучасним вимогам. Розрахунки привода і ланцюгової передачі підтвердили

надійність і працездатність конструкції, зокрема застосування роликового ланцюга типу ПР-25,4-5670.

4. Забезпечення охорони праці та екологічної безпеки на фермі ВРХ є невід'ємною складовою ефективного виробництва, що передбачає впровадження системи управління охороною праці, дотримання вимог пожежної та технічної безпеки, а також мінімізацію впливу шкідливих факторів на працівників і довкілля шляхом застосування організаційних і технічних заходів.

5. Проведений розрахунок економічної ефективності свідчить, що, незважаючи на вищу початкову вартість удосконаленого змішувача, його використання є економічно доцільним. Основний ефект досягається за рахунок підвищення продуктивності процесу роздавання кормів, скорочення тривалості роботи агрегату, зменшення річних витрат палива, мастильних матеріалів і оплати праці. Певне зростання амортизаційних відрахувань і витрат на ремонт не перекидає отриману економію за експлуатаційними статтями. У підсумку удосконалений змішувач забезпечує річний економічний ефект 145,14 тис. грн і має короткий строк окупності додаткових вкладень – 0,55 року. Це підтверджує доцільність його впровадження у виробництво як більш ефективного засобу механізації процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Дмитрів, В. Т. (2002). *Машиновикористання у тваринництві: Курс лекцій*. Львів: ЛАДУ.
2. Дмитрів, В. Т. (2008). *Основи теорії машиновикористання у тваринництві*. Львів: Афіша.
3. Ревенко, І. І., Заболотько, О. О., Хмельовський, В. С., та ін. (2016). *Машини і обладнання для тваринництва*. Ніжин: ПП Лисенко М. М.
4. Ревенко, І. І., Брагінець, М. В., Заболотько, О. О., та ін. (2012). *Машини і обладнання для тваринництва: Посібник-практикум*. Київ: Кондор.
5. Кравчук, В. І., & Мельник, Ю. Ф. (Ред.). (2009). *Машини для тваринництва та птахівництва*. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.
6. Дмитрів, В. Т., Носов, Ю. М., Сиротюк, В. М., Жінчин, Я. С., Затхей, Б. І., Кондур, С. М., & Шолудько, Я. В. (2004). *Машиновикористання у тваринництві: Лабораторний практикум* (за ред. В. Т. Дмитріва). Львів.
7. Ревенко, І. І., Кукта, Г. М., Манько, В. М., та ін. (1994). *Механізація виробництва продукції тваринництва* (за ред. І. І. Ревенка). Київ: Урожай.
8. Ревенко, І. І., Хмельовський, В. С., & Ікальчик, М. І. (2015). *Механізація тваринництва*. Ніжин: ПП Лисенко М. М.
9. Ревенко, І. І., Брагінець, М. В., & Ребенко, В. І. (2009). *Машини та обладнання для тваринництва*. Київ: Кондор.
10. Войналович, О. В., Марчишина, Є. І., & Кофто, Д. Г. (2015). *Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві*. Київ: НУБіП України.
11. Заболотько, О. О., Хмельовський, В. С., & Ребенко, В. І. (2015). *Машиновикористання у тваринництві*. Київ: ЦП «Компринт».

12. Заболотько, О. О., Хмельовський, В. С., & Ребенко, В. І. (2018). Проектування і розрахунок технологічних систем у тваринництві. Київ: ЦП «Компринт».
13. Ревенко, І. І., Хмельовський, В. С., Заболотько, О. О., та ін. (2017). Машини і обладнання для тваринництва. Ніжин: ПП Лисенко М. М.
14. Ревенко, І. І., Брагінець, М. В., & Хмельовський, В. С. (2018). Машини та обладнання для тваринництва. Київ: ЦП «Компринт».
15. Шабельник, Б. П., Троянов, М. М., Бойко, І. Г., та ін. (2002). Механізація тваринницьких ферм (за ред. М. М. Троянова). Харків.
16. Бойко, І. Г., Гридасов, В. І., Дзюба, А. І., та ін. (2004). Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва (за ред. О. П. Скорика, О. І. Фісяченка). Харків.
17. Бендера, І. М., & Лаврук, В. П. (Ред.). (2011). Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О. В.
18. Скорик, О. П., & Полупанов, В. М. (Ред.). (2009). Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва. Харків: ХНТУСГ.
19. Ревенко, І. І., Заболотько, О. О., & Хмельовський, В. С. (2015). Машиновикористання у тваринництві. Ніжин: ПП Лисенко М. М.
20. Ревенко, І. І., Хмельовський, В. С., & Заболотько, О. О. (2018). Проектування технологічних процесів у тваринництві. Київ: ЦП «Компринт».
21. Ревенко, І. І., & Щербак, В. М. (2004). Механізація тваринництва. Київ: Вища освіта.
22. Сиротюк, В. М. (2004). Машини та обладнання для тваринництва. Львів: Магнолія плюс.
23. ВНТП-АПК 01.05. (2005). Скотарські підприємства. Київ: Мінагрополітики України.
24. Шабельник, Б. П., Троянов, М. М., Бойко, І. Г., та ін. (2002). Теорія та розрахунок машин для тваринництва (за ред. І. Г. Бойка). Харків.

25. Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН. (2013). *Удосконалити технологічні процеси і робочі органи типорозмірного ряду змішувачів-кормороздавачів вологих кормосумішей для ферм великої рогатої худоби з різною чисельністю поголів'я: звіт про НДР (заключний), № ДР 0111U004415* (І. А. Шевченко, кер.; В. М. Павліченко, Л. С. Вороній, С. О. Доруда, Л. Г. Шапаренко, О. В. Бєлка, Е. Б. Алієв та ін.). Запоріжжя.

26. Шевченко, І. А., Алієв, Е. Б., & Доруда, С. О. (2013). Моделювання процесу потокового змішування кормосумішей з використанням методу дискретних елементів. *Механізація та електрифікація сільського господарства*, 97(1), 536–544.

27. Шевченко, І. А., Алієв, Е. Б., & Доруда, С. О. (2013). Результати моделювання процесу потокового змішування кормосумішей змішувачем-кормороздавачем. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*, 43(1), 202–207.

28. Доруда, С. О., & Алієв, Е. Б. (2015). До оцінки якості роботи змішувача-кормороздавача потокового типу. In *Інтенсифікація кормовиробництва – основа сталого розвитку галузі тваринництва* (рр. 75–77). Полтава.

Додатки

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

Удосконалення технологічної лінії роздавання кормів для ферми великої рогатої худоби з модернізацією мобільного кормороздавача

Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-3-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Оришич Данило Юрійович

Керівник: д.т.н., старший дослідник
Алієв Ельчин Бахтияр огли

Дніпро, 2026

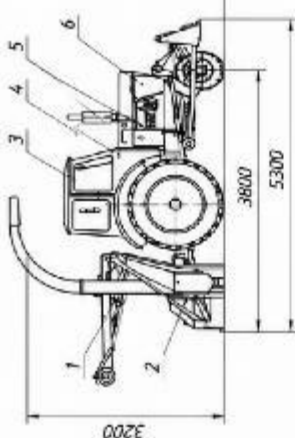
21.03030339.20977

Надійшли кормів

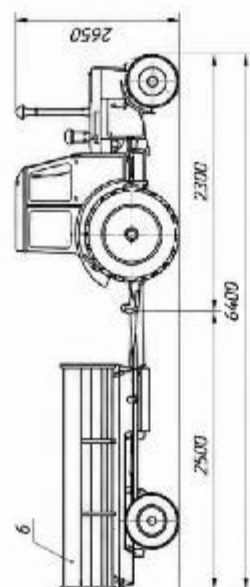
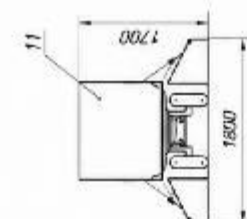
Доставка кормів до підприємського приміщення

Розподіл кормів по годівницям

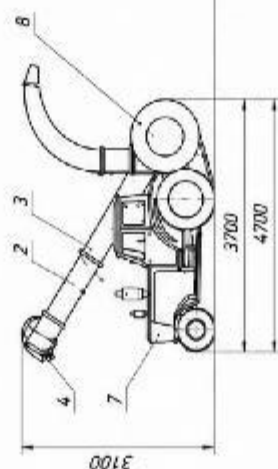
1 Варіант (оптимальний)



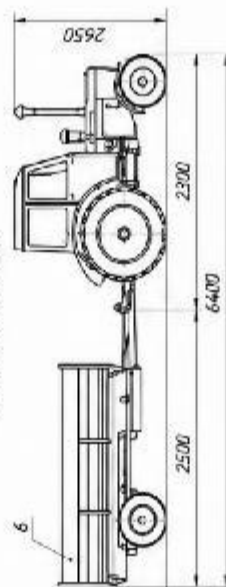
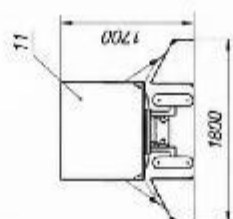
ОІМТД.021+МТЗ-80



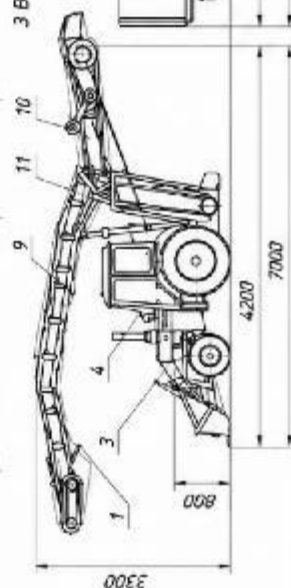
2 Варіант



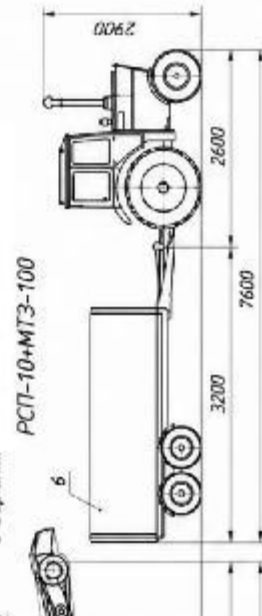
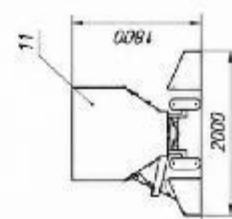
КТУ-10А+МТЗ-80



3 Варіант



РСТ-10+МТЗ-100



Експлікація обладнання

Поз.	Найменування	Клас.
1	Підйомний корм ПСК-5+МТЗ-80	1
2	Причіпний бункер	1
3	Вантажний жолоб (бурбін)	1
4	Гартована привада	1
5	Металеві ступіні кормів	1
6	Прічеп ЗНТУ-4	1
7	Знаряди кормів КТУ-10А	1
8	Вантажний стілець солон	1
9	Розподільний транспортер	1
10	Середній колісник	1
11	Годівниця (розподільник кормів)	1

Технічна характеристика

Показник	1 кормів	2 кормів	3 кормів
Продуктивність, ц/год	22,0	30,0	38,0
Ширина жолоба, м	—	—	2,0
Об'єм бункера, м³	—	10,0	10,0
Маса агрегату, кг	4100	4200	5300
Потужність двигуна, кВт	39,0	59,0	75,5
Висота завантаження, м/год	до 6	до 6	до 6

Порівняльні економічні показники

Показник	1 кормів	2 кормів	3 кормів
Висота завантаження, м/год	22,70	25,64	27,32
Вартість агрегату, грн	149 000	168 600	179 700
Продуктивність за рік, ц	15 840	14 400	12 960
Економія ефективності	—	+14,3%	-20,3%

Умовні позначення:

- Напрямок руху кормів
- Напрямок руху агрегату
- Лінійні з'єднання

Підписи:

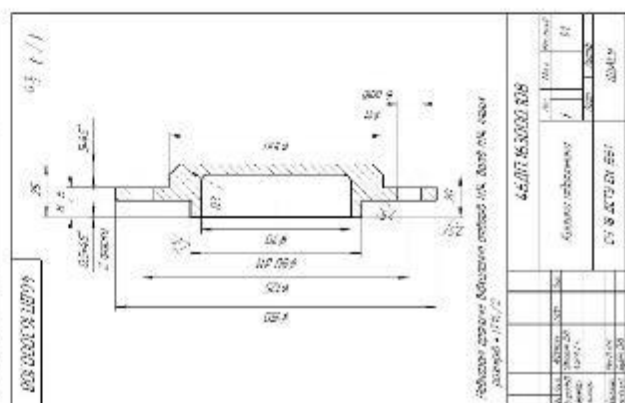
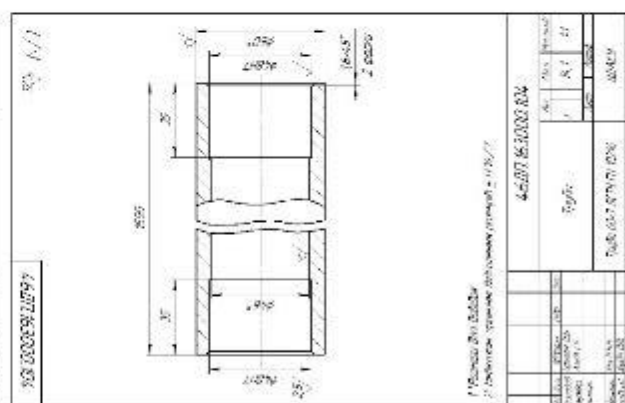
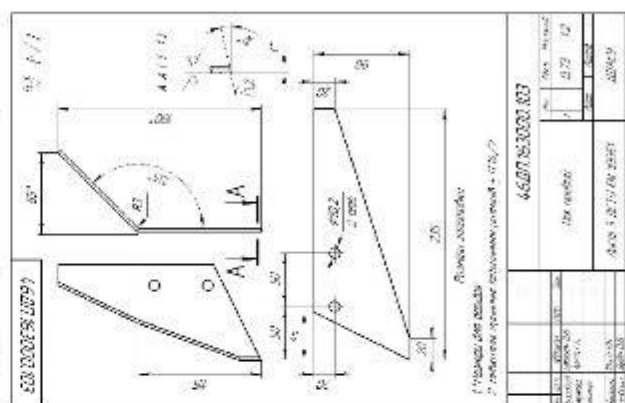
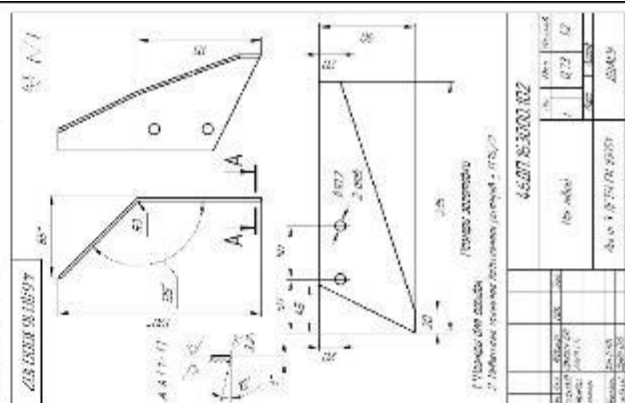
1. Продуктивність вказана при завантаженні кормів до 65%.
2. Усі розміри дані в мм.
3. Загравання агрегату повинно бути задовільним.
4. Обладнання повинно бути з довідковим біном безпеки.

46.07.16.000000007

Головний інженер

С.М.С.С.

08.04.17



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			46ДП.163001.000.СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	46ДП.163001.100	Боковина ліва	1	
		2	46ДП.163001.200	Боковина права	1	
		3	46ДП.163001.300	Корпус	2	
		4	46ДП.163001.400	Зірочка	1	
				<u>Деталі</u>		
		8	46ДП.163001.001	Пластина	24	
		9	46ДП.163001.002	Ніж лівий	24	
		10	46ДП.163001.003	Ніж правий	24	
		11	46ДП.163001.004	Труба	2	
		12	46ДП.163001.005	Цапфа ліва	2	
		13	46ДП.163001.006	Цапфа права	2	
		14	46ДП.163001.007	Кришка підшипника	2	
		15	46ДП.163001.008	Кришка підшипника	2	
		16	46ДП.163001.009	Корпус підшипника	4	
		17	46ДП.163001.010	Втулка	1	
		18	46ДП.163001.011	Кільце	1	
		19	46ДП.163001.012	Шайба	1	
				46ДП.163001.000		
Зм.	Аркуш	№ документа	Підпис	Дата	Блок ножових Барабанів	
Розробив	Оришич Д. Ю.					
Перевірив	Алієв Е.Б.					
Н. контр.	Ієлєв В.В.					
Затвердив	Дудін В. Ю.				ДДАЕУ	
					Літера	Аркуш
					У	І
						2

[illegible]