

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 проекту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення механізованої технологічної лінії приготування кормів
для ферми великої рогатої худоби
з розробкою подрібнювача-змішувача кормів**

Виконав: студент 5 курсу, групи Мз-1-20 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Лисенко Ігор Миколайович

Керівник: _____ Алієв Ельчин Бахтияр огли

Рецензент: _____ Луц Павло Михайлович

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

«07» травня 2025 р

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

Лисенку Ігорю Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення механізованої технологічної лінії приготування кормів для ферми великої рогатої худоби з розробкою подрібнювача-змішувача кормів

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

«07» травня 2025 року № 961

2. Строк подання студентом проєкту 07.06.2025 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика господарства. Аналіз технічних і технологічних рішень. 2. Проєктування механізованої лінії приготування кормів. 3. Розробка подрібнювача-змішувача кормів. 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. Подрібнювача-змішувач кормів. Вигляд загальний (А1). 3. Вал. Складальне креслення (А1). 4. Корпус (А3). 5. Вал (А3). 6. Шків ведучий (А4). 7. Кришка підшипника (А4). 8. Букса (А4). 9. Кришка підшипника (А4). 10. 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	07.05.2025	07.06.2025
нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент	07.06.2025	

7. Дата видачі завдання:

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2025 р.	
2	Технологічний	до 15.04.2025 р.	
3	Конструкційний	до 30.04.2025 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2025 р.	
5	Економічний	до 22.05.2025 р.	
6	Графічна частина	до 05.06.2025 р.	

Студент

(підпис)

Лисенко І.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Алієв Е.Б.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Лисенко І.М. Удосконалення механізованої технологічної лінії приготування кормів для ферми великої рогатої худоби з розробкою подрібнювача-змішувача кормів / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У роботі розглянуто проєкт механізованої лінії приготування грубих кормів для тваринницької ферми. У першому розділі надано характеристику господарства, проаналізовано природно-кліматичні умови, структуру виробництва, продуктивність тваринництва та рівень механізації. Другий розділ присвячено проєктуванню організаційно-технологічної схеми кормоцеху, розрахунку потреби в кормах, вибору технології їх підготовки та визначенню продуктивності лінії. У третьому розділі представлено розробку конструкції подрібнювача-змішувача кормів, включно з технічними розрахунками, кінематикою та перевіркою на міцність. У четвертому розділі висвітлено питання охорони праці та захисту довкілля під час роботи кормоцеху. П'ятий розділ містить розрахунок техніко-економічної ефективності впровадження запропонованої технології. Робота завершується висновками, переліком використаних джерел та додатками.

Ключові слова: механізована лінія, приготування кормів, подрібнювач-змішувач, тваринництво, кормоцех, технологічний процес, механізація, продуктивність, охорона праці, економічна ефективність.

Зміст

Вступ.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ	10
1.1 Природнокліматичні умови господарства.....	10
1.2 Виробництво продукції рослинництва	11
1.3 Урожайність сільськогосподарських культур	12
1.4 Спеціалізація господарства.....	13
1.5 Виробничий напрямок і продуктивність тваринництва	14
1.6 Структурна характеристика тваринницького поголів'я	15
1.7 Види кормів, які застосовуються	16
1.8 Витрати та собівартість продукції тваринництва.....	17
1.9 Ступінь механізації виробничих операцій у тваринництві	18
1.10 Висновки до розділу	19
2 ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ.....	21
2.1 Аналіз способу утримання тварин, впровадженого в господарстві ...	21
2.2 Розроблення організаційно-технологічного режиму ферми	22
2.3 Вибір структури стада і визначення умовної кількості голів.....	24
2.4 Розрахунок добової і разової потреби в грубих кормах	25
2.5 Зоотехнічні вимоги до лінії приготування грубих кормів.....	27
2.6 Дослідження варіантів підготовки грубих кормів до годівлі.....	28
2.7 Формування і обґрунтування загальної схеми технологічного процесу приготування кормів.....	30
2.8 Розрахунок продуктивності лінії з підготовки грубих кормів	31
2.9 Висновки до розділу	34
3 РОЗРОБКА ПОДРІБНЮВАЧА-ЗМІШУВАЧА КОРМІВ.....	35
3.1 Умови зоотехнічної відповідності машини.....	35

3.2 Оцінка існуючих технічних рішень і визначення доцільного об'єкта розробки	36
3.3 Опис схеми роботи машини і основних принципів її дії	37
3.4 Розрахунок технологічних параметрів машини	39
3.5 Визначення потужності на привод подрібнювача – змішувача і його кінематичний розрахунок.....	40
3.6 Розрахунок основних деталей на міцність	42
3.7 Висновки до розділу	44
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	45
4.1 Організація заходів з охорони праці в кормоцеху.....	45
4.2 Заходи безпеки під час здійснення процесу приготування кормів.....	46
4.3 Вимоги безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	49
4.4 Вимоги до охорони довкілля	50
4.5 Висновки до розділу	50
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ.....	52
ВИСНОВКИ.....	55
БІБЛІОГРАФІЯ	57
Додатки.....	60

Вступ

Стан концентрації та спеціалізації сільськогосподарського виробництва у значній мірі залежить від застосування нових способів ведення господарства на промисловій основі, а також нових форм територіальної організації виробництва. Становлення ринкових механізмів в аграрній сфері економіки України, яка є одним із ключових елементів національного господарства, має суттєве наукове й прикладне значення. Це обумовлено потребою нарощування обсягів виробництва, забезпечення стабільності продовольчого ринку, а також впровадженням оновленої інвестиційної та структурної стратегії.

Поряд з продовольчою проблемою аграрною проблемою України є також результат нездатності системи організації та проведення агропромислової діяльності, спеціалізації та розміщення АПК, розподілення отриманої сільськогосподарської продукції, ігнорування об'єктивних особливостей аграрних відносин в цілому.

Ефективність сучасного розвитку сільського господарства в значній мірі залежить від збалансованості з іншими галузями, забезпечення його новими засобами виробництва, розвитку інфраструктури, в першу чергу пов'язаної з транспортуванням та зберіганням виробленої продукції, повноти переробки сировини.

З урахуванням перелічених факторів, інтенсифікація агропромислового виробництва розглядається як основа підвищення його ефективності. Інтенсивний розвиток, в широкому розумінні цього слова, включає технічне оновлення та прискорення процесів на основі постійного збільшення капіталовкладень, забезпечення науково-технічного прогресу, підвищення кваліфікації кадрів.

Мета дослідження: розробити механізовану лінію приготування кормів для підвищення ефективності годівлі сільськогосподарських

тварин, забезпечення зоотехнічних вимог і зменшення витрат праці в умовах конкретного господарства.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати стан кормової бази та рівень механізації у тваринництві в умовах конкретного сільськогосподарського підприємства.
2. Обґрунтувати організаційно-технологічну схему приготування кормів, враховуючи структуру стада, зоотехнічні вимоги та добову потребу в кормах.
3. Розробити конструкцію подрібнювача-змішувача кормів, провести розрахунок його технологічних та кінематичних параметрів, а також перевірку основних вузлів на міцність.
4. Сформулювати заходи з охорони праці та екологічної безпеки під час експлуатації кормоцеху та обслуговування обладнання.
5. Оцінити техніко-економічну ефективність впровадження механізованої лінії, зокрема зниження витрат праці, покращення якості годівлі та зменшення собівартості продукції.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

1.1 Природнокліматичні умови господарства

Фермерське господарство, яке обслуговує ТОВ «ДОНСПЕЦМОНТАЖ-АГРО», розташоване на території Запорізької області, а саме у Запорізькому районі.

Господарство пов'язане з районним та обласним центром асфальтованою дорогою. Через територію господарства проходить залізнична дорога, а також автомагістраль. Погодні умови у господарстві формуються під впливом помірно-континентального клімату, який панує у Запорізькій області.

Кліматичні умови господарства є типовими для південної частини України: недостатня кількість опадів та нерівномірність їх розподілення за порами року; висока температура влітку та низька відносна вологість повітря; сильні вітри (особливо в найбільш важливі періоди зростання та розвитку рослин).

Середньорічна температура повітря дорівнює $+12...+14^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум температури $-15...-20^{\circ}\text{C}$ у січні, максимум $+33...+35^{\circ}\text{C}$ в липні-серпні. У зимовий період часто спостерігаються відлиги.

Загалом, ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування всіх сільськогосподарських культур, що рекомендовані для цієї природно-кліматичної зони.

Основну частину території господарства займають ґрунти – чорноземи, які містять багато гумусу.

Господарство спеціалізується на виробництві рослинницьких культур, а також у невеликій кількості молока та м'яса.

1.2 Виробництво продукції рослинництва

Правильне та доцільне використання землі є головним показником процвітання та успішності розвитку господарства. Завжди треба знати, що земельні ресурси потрібно не тільки використовувати, а й постійно поповнювати, для того, щоб земля з року в рік не лишалася своєї родючості, та давала чималий врожай.

Розглянемо земельний фонд та його структуру на прикладі даних в таблиці 1.1, у якій відображені показники використання земельних угідь господарства.

Таблиця 1.1 – Структура й склад земельного фонду

Вид угідь	Площа, га		
	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Загальна земельна площа	124	124	124
з них угіддя:			
рілля	102	100	98
сінокоси	11	9	8
пасовища	8	11	13
інші угіддя	3	4	5

Судячи з таблиці 1.1, з 2022 по 2024 рік відбулося зменшення ріллі на 4 га, зменшилися сінокоси на 3 га, проте збільшилися пасовища і інші угіддя, які використані для розвитку тваринництва.

За допомогою даних таблиці 1.2 можна дослідити динаміку посівних площ та її структуру, а також зробити висновок про зміну посівних площ на протязі з 2022 по 2024 рік.

За останні роки виробнича діяльність господарства змінювалася дуже нерівномірно. Як видно з таблиці, найкращім періодом стали 2022-2023 роки. У 2024 році змінилася загальна площа посіву, змінилися показники озимих зернових та ярих, трохи більше порівняно з іншими роками було посаджено ячменю і кормових культур.

Таблиця 1.2 – Динаміка посівних площ, га

Сільськогосподарські культури	2022 р.	2023 р.	2024 р.
озима пшениця	23	24	21
озимий ячмінь	13	13	12
ярі зернові	19	17	15
ячмінь	7	7	9
овес	7	8	7
кукурудза	4	3	4
картопля	3	2	2
овочі	3	3	3
кормові культури	11	11	13
багаторічні трави	9	9	9
однолітні трави	4	3	3

1.3 Урожайність сільськогосподарських культур

Виробництво продукції рослинництва в сільському господарстві базується на взаємодії таких ключових елементів, як земельні ресурси, робоча сила, засоби виробництва та об'єкти праці. Обсяги виробництва тісно пов'язані з рівнем урожайності сільськогосподарських культур.

Проаналізуємо динаміку змін урожайності за останні три роки, використовуючи дані таблиці 1.3, де наведено показники урожайності основних культур.

Таблиця 1.3 – Врожайність сільськогосподарських культур, т/га

Сільськогосподарські культури	2023 р.	2024 р.	2025 р.
озима пшениця	3,3	3,7	3,9
озимий ячмінь	2,2	2,4	2,9
ярі зернові	2,1	2,3	2,8
ячмінь	1,7	1,7	1,9
овес	2,3	2,4	2,6
картопля	5,2	5,5	5,9
овочі	14,2	14,6	14,9
кормові	17,1	15,9	16,5
багаторічні трави	25,6	27,1	28,3
однолітні трави	14,8	14,9	15,3

Як видно з таблиці 1.3, урожайність зернових, овочів, кормових коренеплодів у 2024 році зросла.

1.4 Спеціалізація господарства

Одним із ключових принципів ефективного ведення сільськогосподарського виробництва є посилення спеціалізації та раціональне поєднання окремих галузей.

Під спеціалізацією підприємства розуміють зосередження його діяльності на випуску певного виду сільськогосподарської продукції. У практиці аграрних господарств це зазвичай відбувається шляхом розвитку однієї чи кількох галузей за рахунок зменшення обсягів інших.

Суть спеціалізації полягає в тому, що господарство спрямовує свої ресурси на виробництво тієї продукції, яка найбільше відповідає природно-кліматичним і економічним умовам регіону. Основним індикатором рівня спеціалізації є структура товарної продукції. Додатковими показниками виступають структура грошових надходжень від реалізації валової продукції та обсяг трудових витрат (див. таблицю 1.4).

Таблиця 1.4 – Формування вартості й структура реалізованої продукції

Вид продукції, галузі	2022 р.		2023 р.		2024 р.	
	Вартість, тис. грн.	Структура, проц.	Вартість, тис. грн.	Структура, проц.	Вартість, тис. грн.	Структура, проц.
Рослинництво, всього за видами продукції	146	90,8	122	85,8	115	85,8
пшениця	68	43,2	61	42,9	45	31,9
овес	6	3,2	9	5,8	10	7,3
картопля	48	30	31	22,9	26	18,6
овочі	9	5,5	7	5,1	8	5,9
інша продукція	16	8,9	14	9,1	26	22,1
Тваринництво: всього за видами продукції	16	9,5	20	14,2	19	14,0

Вид продукції, галузі	2022 р.		2023 р.		2024 р.	
	Вартість, тис. грн.	Структура, проц.	Вартість, тис. грн.	Структура, проц.	Вартість, тис. грн.	Структура, проц.
м'ясо ВРХ	7	4,4	11	7,9	10	7,4
молоко	4	2,5	5	3,6	3	2,3
свинина	4	2,5	4	2,8	6	4,4
всього с.г. продукції	160	100	140	100	135	100

Як бачимо з таблиці 1.4 у господарстві вартість на сільськогосподарську продукцію суттєво зменшилась. Ця тенденція виникає у випадку зниження собівартості продукції, а також за рахунок зниження витрат на виробництво та зменшення трудомісткості праці.

Таблиця 1.5 – Економічні результати функціонування господарства

Валова продукція	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Виробництво с/г продукції, тис. грн.	160	142	136
в т.ч. на 1 працюючого, грн.	4600	4570	3960
1 люд. год.	1,82	2,4	1,7
Грошові надходження, всього тис. грн.	153	138	122
в т.ч. рослинництво	135	120	99
Тваринництво	22	26	26
Прибуток, тис. грн..	93	44	26
Собівартість, тис. грн.			
продукції рослинництва	62	73	80
продукції тваринництва	14	20	24
Рівень рентабельності, проц.	18	22	28

1.5 Виробничий напрямок і продуктивність тваринництва

Науково-технічний прогрес сприяє посиленню суспільного поділу праці, що зумовлює поділ галузей на окремі етапи виробничого процесу. Ці етапи набувають форми відносно самостійних виробництв, що характеризуються високим рівнем концентрації та застосуванням промислових технологій.

У межах господарства, відповідно до його виробничої спеціалізації, впроваджено внутрішньогосподарський поділ праці. Проте подальшому розвитку спеціалізації заважають обмежена чисельність поголів'я тварин окремих видів і труднощі в ефективному використанні наявних машинно-технологічних комплексів.

Один із ключових показників ефективності галузі тваринництва – це її продуктивність. Відповідні дані наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Продуктивність тваринництва

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Загальне виробництво молока, т	370	365,3	245,4
Загальне виробництво м'яса ВРХ, т	35,2	36,4	27,4
Середньорічний надій на 1 корову, кг	1400	1380	1610
Середньодобовий приріст ВРХ, г	345	340	345
Середньодобовий приріст свиней, г	166	175	180
Приплід телят на 100 корів, голів	45	44	44
Реалізація			
молока, т	373,3	364,8	265,5
м'яса, т	6,9	32,3	29,1

Згідно з даними таблиці 1.6, у 2024 році обсяги валового виробництва молока склали 245,4 т, тоді як виробництво м'яса становило лише 27,4 т. Аналогічна ситуація спостерігається і щодо реалізації тваринницької продукції: було реалізовано 265,5 т молока проти 29,1 т м'яса.

Аналізуючи ці показники, можна зробити висновок, що тваринництво в господарстві орієнтоване на молочно-м'ясний напрям.

1.6 Структурна характеристика тваринницького поголів'я

Станом на сьогодні на тваринницьких фермах утримується 322 голови великої рогатої худоби та 100 голів свиней.

Інформацію щодо змін чисельності та структури загального поголів'я у господарстві представлено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Структурна характеристика тваринницького поголів'я

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Всього ВРХ	285	305	322
з них корів	192	194	197
молодняк ВРХ	93	111	125
Свині	80	100	100

1.7 Види кормів, які застосовуються

Річна потреба худоби в поживних речовинах розраховується з урахуванням живої маси тварин і їх продуктивності, зокрема за лактаційним періодом, середньодобовим приростом тощо. Обсяги необхідних грубих, соковитих і зелених кормів залежать від тривалості стійлового утримання та запланованого рівня продуктивності.

Складання раціону для корів здійснюється зоотехніком на основі наявних у господарстві кормів та їхньої поживної цінності.

Таблиця 1.8 – Кількість і собівартість основних видів кормів

Вид корму	Загальна кількість, т	Вартість, тис. грн.
Грубий корм (солома, сіно)	8,1	1,6
Соковитий корм (сінаж, силос)	206	19
Багаторічні трави (маса зелена)	835	8
Зелена маса (випас)	3540	30

З таблиці видно, що господарство повністю забезпечене кормами. Дані таблиці 1.8 показують, що найбільшу частку в структурі кормів займають соковиті корми та зелена маса.

1.8 Витрати та собівартість продукції тваринництва

Витрати робочої сили, кормів та собівартість окремих видів продукції відображають економічну обґрунтованість і ефективність діяльності господарства. Дані про витрати кормів у тонно-кормових одиницях на одну тонну продукції представлені в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Кількість кормів, витрачених на виробництво 1 т продукції

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Витрати кормів, т	1,7	1,8	2,1
м'яса ВРХ, т	8,5	9,4	9,9
м'яса свиней, т	6,4	7,5	7,7

Зниження собівартості – основне джерело підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, підйому економіки виробництва.

Таблиця 1.10 – Тенденції в собівартості та витратах праці при виробництві тваринницької продукції

Вид продукції	2022 р.		2023 р.		2024 р.	
	Собівартість, грн./т	Витрати праці, люд.год/т	Собівартість, грн./т	Витрати праці, люд.год/т	Собівартість, грн./т	Витрати праці, люд.год/т
Молоко	534	82	588	98	632	99
Приріст ВРХ	5560	490	6239	533	8780	550
Приріст свиней	7468	635	7774	780	8051	817

Аналізуючи таблицю можна побачити, що собівартість продукції тваринництва за аналізовані роки збільшується.

1.9 Ступінь механізації виробничих операцій у тваринництві

На фермі здійснюються такі основні роботи: приготування і роздача кормів, напування тварин, прибирання стійл, видалення гною, доїння корів, первинна обробка молока та розкидання підстилки.

Прибирання гною у всіх приміщеннях проводиться механізовано відповідно до технологічних розрахунків. Гній збирають за допомогою гноєзбиральних транспортерів, які вивозять його на причіп, а трактор доставляє до гноєсховища, розташованого неподалік поля.

Процес водопостачання та напування худоби також механізований. Вода подається із водопровідної мережі у водонапірну башту, звідки надходить у виробничі приміщення відповідно до потреб. Тварини напуваються за допомогою автоматичних напувалок, які можуть бути як індивідуальними, так і груповими.

Доїння корів здійснюється за допомогою доїльної установки, що подає молоко в молокопровід. Частина обробленого молока залишається на фермі для напування молодняку (телят і свиней) на ранніх етапах їх розвитку, а решта відправляється на первинну обробку та реалізацію.

Рівень механізації основних технологічних процесів у тваринництві наведено у таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Ступінь механізації виробничих операцій, %

Найменування	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Доїння	100	100	100
Напування	98	98	98
Кормоприготування	85	80	80
Роздача кормів	95	95	95
Видалення гною	85	85	85

Проаналізувавши інформацію з таблиці 1.11, можна дійти висновку, що процеси доїння та напування тварин у господарстві здійснюються

повністю механізовано, тоді як приготування кормів, їх роздача та видалення гною виконуються лише частково механізованими.

Структура собівартості виробництва однієї тонни молока наведена в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Розподіл собівартості однієї тонни молока, %

Види затрат	Структура
Собівартість 1 т молока	100
корма	36,0
заробітна плата	25,0
планові нарахування	18,0
ПММ і електроенергія	11,0
ТО і ремонт	10,0

З інформації, наведеної в таблиці 1.12, видно, що найбільшу частку витрат на виробництво однієї тонни молока складають затрати на корми та оплату праці, які становлять відповідно 36,0% та 25,0%.

1.10 Висновки до розділу

1. Аналіз господарської діяльності свідчить про те, що чисельність тварин у всіх видах та статевовікових групах поступово зменшується, а забезпечення їх кормами здійснюється не в повному обсязі. Продуктивність тварин залишається на дуже низькому рівні, а рівень механізації основних технологічних процесів на фермі великої рогатої худоби є недостатнім і має тенденцію до подальшого зниження. Для покращення ситуації необхідно збільшити виробництво кормів за рахунок розширення посівних площ під кормові культури, удосконалення технологій землеробства, підвищення врожайності та впровадження високоврожайних сортів. Важливо також підвищити продуктивність тварин шляхом розробки та впровадження збалансованих раціонів для всіх груп тварин, а також забезпечити якісну підготовку і переробку кормів

перед згодовуванням. Своєчасна доставка та роздача кормів згідно з раціоном і розпорядком дня є необхідною умовою. Крім того, слід підвищити рівень механізації технологічних процесів обслуговування тварин шляхом створення механізованих ліній та оновлення або ремонту застарілого обладнання.

2. Оптимізація складу механізованих технологічних ліній за економічними критеріями допоможе знизити витрати на виробництво продукції тваринництва. Реалізація цих заходів сприятиме підвищенню ефективності господарства та поліпшенню результатів у тваринництві.

2 ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ

2.1 Аналіз способу утримання тварин, впровадженого в господарстві

Перспективна технологія утримання тварин повинна передбачати сприятливе розміщення тварин, впровадження комплексної механізації, автоматизації і наукової організації праці.

В скотарстві розрізняють два способи утримання тварин: прив'язний і безприв'язний, останній розділяють на вільно-вигульний і комбінований. Крім цього виділяють утримання на глибокій підстилці. Існують літній і зимовий періоди утримання. Зимово тварини знаходяться в приміщенні. Влітку застосовують різні форми утримання худоби з використанням зеленого корму пасовищ і посіяних культур.

На молочних фермах найчастіше застосовують прив'язний метод утримання великої рогатої худоби. Його особливість полягає в тому, що в зимовий період тварини перебувають у приміщеннях, закріплені в індивідуальних стійлах, а влітку – на спеціальних майданчиках для вигулу або в таборах. Такий спосіб потребує значних трудових і матеріальних ресурсів. Проте серед його переваг можна виокремити раціональніше використання кормів і підстилки, а також можливість здійснювати індивідуальний догляд за кожною твариною.

Комбінований метод поєднує утримання без прив'язі з тимчасовою фіксацією тварин під час годівлі.

Безприв'язна система дозволяє суттєво скоротити трудові витрати при виробництві продукції завдяки широкому впровадженню механізованих засобів для годування, доїння та прибирання гною. Такий спосіб ґрунтується на таких засадах.

Тварини постійно знаходяться без прив'язі та мають вільний доступ до вигульно-кормових майданчиків, де облаштовані годівниці, автопоїлки та укриття для грубих кормів. Для комфортного утримання на кожну голову має припадати не менше ніж 4,5–5 м² площі в приміщенні та не менше 10 м² на майданчику з твердим покриттям. Загальна довжина годівниць визначається із розрахунку 0,7–0,8 м на одну тварину;

Утримання здійснюється в боксах або комбінованих боксах. Ефективною вважається конструкція моноблочних виробничих споруд із кількома прольотами, що дозволяє зменшити обсяги будівництва та його вартість. Внутрішній простір корівника передбачає чотири ряди боксів і напівбоксів, а також годівниці. Для створення комфортних умов передбачаються спеціальні зони для відпочинку й годівлі.

Оптимізація безприв'язного утримання передбачає формування груп корів за фізіологічним станом і продуктивністю: новотільні, високопродуктивні, середні, низькопродуктивні та сухостійні. Таке поділення дає змогу застосовувати індивідуальний підхід до раціону і режиму утримання згідно з вимогами зоотехнії. Оптимальна чисельність кожної групи – від 50 до 100 голів.

Потрібно сказати, що безприв'язне утримання може дати добрі результати тільки при високому рівні зоотехнічної роботи, повноцінному і збалансованому годуванні тварин, налагодженій селекції по придатності корів до індустріальної технології.

Молочне стадо в господарстві утримується на прив'язі, а відгодівельне – безприв'язно.

2.2 Розроблення організаційно-технологічного режиму ферми

Під час формування режиму роботи тваринницького господарства слід враховувати як фізіологічні потреби тварин, так і норми чинного трудового законодавства. Розробляючи розпорядок дня, необхідно пам'ятати, що він

призначений для впорядкування діяльності обслуговуючого персоналу, проте має також забезпечувати належний догляд за тваринами та сприяти отриманню продукції високої якості при мінімальних витратах.

Графік добової діяльності наведено в таблицях 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Графік функціонування ферми великої рогатої худоби, орієнтованої на вирощування м'ясної продукції, год

Операція	Початок	Кінець	Тривалість
1. Прийом тварин з нічної зміни	5 ⁰⁰	5 ²⁰	0,33
2. Прибирання приміщення, чищення годівниць	5 ²⁰	6 ⁰⁰	0,67
3. Роздавання кормів	6 ⁰⁰	6 ³⁰	0,5
4. Чищення тварин	6 ³⁰	8 ⁰⁰	1,5
5. Роздавання кормів	12 ⁰⁰	12 ³⁰	0,5
6. Перерва	12 ³⁰	19 ⁰⁰	4,5
7. Роздавання кормів	19 ⁰⁰	19 ³⁰	0,5
8. Чищення тварин	19 ³⁰	20 ⁰⁰	1,5
9. Передача тварин нічному скотарю	20 ⁰⁰	20 ²⁰	0,33

Таблиця 2.2 — Графік функціонування ферми великої рогатої худоби, орієнтованої на виробництво молока, год

Операція	Початок	Кінець	Тривалість
1 Прийом поголів'я	5 ⁰⁰	5 ²⁰	0,33
2 Прибирання гною, чищення годівниць	5 ²⁰	6 ³⁰	
3 Роздавання кормів	6 ³⁰	7 ⁰⁰	0,5
4 Доїння корів	7 ⁰⁰	9 ⁰⁰	2,0
5 Миття доїльної апаратури	9 ⁰⁰	10 ⁰⁰	1,0
6 Перерва	10 ⁰⁰	12 ³⁰	2,5
7 Роздавання кормів	12 ³⁰	13 ⁰⁰	0,5
8 Зооветеринарні заходи	13 ⁰⁰	14 ⁰⁰	1,0
9 Прибирання гною, внесення підстилки	14 ⁰⁰	15 ⁰⁰	1,0
10 Моціон корів	15 ⁰⁰	16 ³⁰	1,5
11 Доїння корів	16 ³⁰	18 ³⁰	2,0
12 Миття доїльної апаратури	18 ³⁰	19 ³⁰	1,0
13 Роздавання кормів	19 ³⁰	20 ⁰⁰	0,5
14 Прибирання гною	20 ⁰⁰	20 ³⁰	0,5
15 Передача тварин нічному скотарю	20 ³⁰	20 ⁴⁰	0,2

2.3 Вибір структури стада і визначення умовної кількості голів

Структура стада – це вираження долі різних за статтю та віком груп тварин в стаді. Знати структуру стада необхідно для визначення потреби в кормі і для вибору типу і кількості тваринницьких будівель. Структура стада підприємства залежить від прийнятої технології виробництва продукції.

Структура стада визначається з врахуванням перспективи розвитку тваринницької галузі в господарстві і збільшення випуску продукції.

Чисельність тварин у кожній статевовіковій категорії розраховується за відповідною формулою:

$$m_{\text{гр.}} = \frac{M \cdot \delta}{100}, \quad (2.1)$$

де M – загальна чисельність поголів'я в стаді, голів; δ – відсоткове співвідношення тварин певної статевовікової групи в загальній структурі стада, %.

Для стада молочного напрямку структура формується таким чином: дійні корови становлять 80%; сухостійні корови – 15%; телята віком до 20 днів – 5%.

У разі відгодівельного напрямку структура розподіляється наступним чином: молодняк віком від 20 днів до пів року – 34%; тварини віком від 6 до 12 місяців – 33%; молодняк у віці 12–18 місяців – 33%.

Дійне стадо:

$$m_{\text{д}} = \frac{197 \cdot 80}{100} = 158 \text{ гол}$$

$$m_{\text{сух}} = \frac{197 \cdot 15}{100} = 30 \text{ гол}$$

$$m_{\text{тел}} = \frac{197 \cdot 5}{100} = 9 \text{ гол}$$

Відгодівельне стадо:

$$m_{\text{тел1}} = \frac{125 \cdot 34}{100} = 43 \text{ гол}$$

$$m_{\text{тел2}} = \frac{125 \cdot 33}{100} = 41 \text{ гол.}$$

$$m_{\text{худ}} = \frac{125 \cdot 33}{100} = 41 \text{ гол.}$$

Умовна кількість голів визначається по формулі

$$M_{\text{ум}} = \sum_{i=1}^n m_{\text{гр.i}} \cdot K_{\text{ум.i}}, \quad (2.2)$$

де n – число статеві-вікових категорій тварин відповідно до структури стада; $m_{\text{гр.i}}$ – чисельність тварин у i -тій статеві-віковій групі, голів; $K_{\text{ум.i}}$ – коефіцієнт умовного переведення.

Дійне стадо:

$$M_{\text{ум}} = 158 \cdot 1,0 + 30 \cdot 1,0 + 9 \cdot 0,2 = 190 \text{ ум.гол}$$

Відгодівельне стадо:

$$M_{\text{ум}} = 43 \cdot 0,47 + 41 \cdot 0,6 + 41 \cdot 1,0 = 86 \text{ ум.гол}$$

Разом умовне поголів'я тварин на фермі складе

$$M_{\text{ум.сум}} = 190 + 86 = 276 \text{ ум.гол}$$

2.4 Розрахунок добової і разової потреби в грубих кормах

Для розрахунку добової потреби ферми ВРХ в кормах приймаються раціони годування тварин. Раціон годування залежить від виду тварин, продуктивності, маси. Раціон годування однієї голови ВРХ приводиться в таблиці 2.3. Оскільки в даному дипломному проекті розробляється лінія приготування грубих кормів, то і раціони годівлі приводяться для зимового (стійлового) періоду.

Добова потреба ферми ВРХ в грубих кормах визначається по формулі

$$G_{\text{доб.гр.}} = q_i \cdot M_{\text{ум}}, \quad (2.3)$$

де q_i – норма видачі i – го виду грубого корму на одну умовну голову, кг.

$$G_{\text{доб.сіню}} = 190 \cdot 4 + 86 \cdot 2,5 = 975 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{доб.сол.}} = 190 \cdot 2 + 86 \cdot 2,5 = 595 \text{ кг.}$$

Таблиця 2.3 — Раціон годування однієї тварини на фермі ВРХ в зимовий період (маса тварини 400-500 кг для корів і 300 кг для молодняку ВРХ), кг

Найменування корму	Маса корму	
	Дійне стадо	ВРХ на відгодівлі
Сіно	4,0	2,5
Солома	2,0	2,5
Силос	24,0	14,0
Коренеплоди	6,0	2,0
Концентровані корми	1,0	1,5
Карбамід	0,06	0,05
Сіль кухонна	0,05	0,04
Мінеральні корми	0,17	—
Обезфторений фосфат	—	0,045
Разом	36,28	22,64

При розподіленні добової потреби на дачі слід пам'ятати, що поїдання кормів покращується, якщо тварини одержують їх на протязі дня в різних пропорціях. На фермах по виробництву молока в обідню годівлю тваринам видають до 40% добової потреби в кормах. Крім того, на фермах такого виробничого напрямку практикують роздачу грубих кормів (сіно, солома) вранці і ввечері. Концкорми і мінеральні добавки, як правило, по дачам розподіляються рівномірно.

Разова потреба ферми в грубих кормах визначається з виразу

$$G_{\text{раз.гр.}} = \beta \cdot G_{\text{доб.і}}, \quad (2.4)$$

де $G_{\text{доб.і}}$ — загальна добова потреба стада в і-му виді корму, кг (див. таблицю 1.3); β — частка корму, що роздається за одну годівлю.

Розподіл добової норми грубих кормів за окремими годівлями подано в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Графік видачі грубих кормів для ВРХ відповідно до добової потреби в зимовий період

Вид корму	Добова потреба стада в кормах	1-а годівля		2-а годівля		3-я годівля	
		β	$P_{\text{раз}}$	β	$P_{\text{раз}}$	β	$P_{\text{раз}}$
1 Сіно	975	0,3	293	–	–	0,7	682
2 Солома	595	0,3	179	–	–	0,7	416

2.5 Зоотехнічні вимоги до лінії приготування грубих кормів

До грубих кормів належать такі види, як сіно, солома, полова, стебла кукурудзи та інші подібні матеріали. Грубі корми є важливим компонентом раціонів годування великої рогатої худоби, овець та коней, оскільки вони містять значну кількість важкоперетравної клітковини — до 40%. Через це, без попередньої підготовки, тварини погано поїдають такі корми. Для підвищення їх поїдаємісті грубі корми обробляють механічними, тепловими, біологічними або хімічними методами.

Солому, сіно низької якості та інші види грубих кормів зазвичай подрібнюють, щоб покращити поїдаємість і створити сприятливі умови для подальших операцій. При цьому довжина різки для великої рогатої худоби повинна бути в межах 40–50 мм. Якщо ж планується змішування грубих кормів із соковитими, тоді сіно та соломі подрібнюють дрібніше – до 6–10 мм.

Перед подрібненням грубі корми необхідно очистити від феромагнітних домішок, землі, піску, насіння, а також отруйних рослин і бур'янів, використовуючи спеціальні пристрої. Допустимий вміст домішок має бути не більшим за: земля – 1–2%, пісок – 0,3–1%, металеві частинки до 2 мм з тупими кінцями – не більше 30 мг на 1 кг корму, насіння отруйних трав – до 0,25%.

Механізована технологічна лінія для приготування грубих кормів повинна відповідати таким вимогам:

- Забезпечувати високу продуктивність процесу.
- Мати можливість регулювання обсягів переробки від мінімального до максимального відповідно до потреб господарства.
- Бути компактною, щоб не захаращувати проходи і не затемнювати приміщення, де вона встановлена. Обладнання має відповідати розмірам типових кормоцехів.
- Характеризуватися низькою металоємністю та енергоємністю.
- Підтримувати застосування засобів механізації та автоматизації процесів.
- Забезпечувати переробку кормів у межах часу, встановленого зоотехнічними нормами.

Таким чином, правильна організація підготовки грубих кормів сприяє підвищенню ефективності годування тварин та поліпшенню продуктивності господарства.

2.6 Дослідження варіантів підготовки грубих кормів до годівлі

Підготовка сіна до згодовування. Високоякісне сіно з злакових, бобових або їх суміші є важливим джерелом енергії, білків, мінералів і вітамінів для тварин. Основною процедурою підготовки такого сіна є його подрібнення, що сприяє кращій поїдаємості та покращує технологічні властивості корму. Використання термічної чи хімічної обробки для цього виду сіна не рекомендується, оскільки це може погіршити його поживну цінність. Однак існують випадки, коли необхідна луговая обробка «пилового» сіна, що утворюється через порушення правил заготівлі і зберігання. Термічній або хімічній обробці піддають сіно з перестояних трав або сіно низької поживності, багате на клітковину. Подрібнене сіно часто використовується як складова повнораціонних кормосумішей.

Підготовка соломи до згодовування. Використання соломи як корму для худоби обмежене через дві основні причини: її низьку поїдаємість і

поживність. Низька поїдаємість пов'язана з грубою волокнистою структурою соломи, яку тваринам важко перетравити, а низька поживність — з великим вмістом клітковини і поганою перетравністю. Для підвищення цих показників розроблено кілька методів. Зокрема, широко застосовують фізико-механічні прийоми, як-от подрібнення, запарювання, заварювання і гранулювання, що покращують смакові якості та частково перетравність. Хімічна обробка, що змінює склад органічних речовин і підвищує засвоюваність поживних речовин, особливо вуглеводів, проводиться з використанням різних лугів (наприклад, їдкого натру, аміачної води, рідкого аміаку, кальцинованої соди або вапна), які застосовують у чистому вигляді або в комбінації з іншими реагентами й фізичними методами (наприклад, під тиском або з парою). Завдяки цій обробці поживність соломи зростає в 1,5–2 рази. Найбільш дієвою є обробка аміаком або його похідними, що дозволяє значно підвищити поживну цінність корму при мінімальних витратах реагентів. Біологічні методи, такі як силосування з бактеріальними заквасками, дріжджування чи ферментативна обробка, покращують смак, поїдаємість і трохи підвищують поживність соломи. Найпростіше силосувати соломі разом із високовологими кормами — кукурудзою, соняшником чи ботвинням буряків, що є недорогим і доступним методом без потреби в спеціальному обладнанні.

Існують також інші, менш поширені, способи підготовки соломи: гідробаротермічний, ферментно-дріжджовий, кисло-термічний, електротермохімічний, обробка гамма-променями чи ультразвуком, які поки що рідко застосовуються.

За економічною доцільністю найбільш популярні методи обробки соломи можна розташувати в такому порядку:

- хімічні і термохімічні (обробка їдким натром, аміаком, окисом кальцію);
- біологічні (силосування із високовологими кормами і бактеріальними заквасками);

– фізико-механічні (подрібнення із запарюванням, використання соломи у кормосумішах).

Вибір конкретного способу повинен враховувати природно-кліматичні умови, спеціалізацію господарства та його матеріально-технічне забезпечення.

2.7 Формування і обґрунтування загальної схеми технологічного процесу приготування кормів

Загальна технологічна схема лінії надає наочне відображення послідовності виконання технологічних операцій, що дає змогу виявляти однакові операції для їх об'єднання, а також спрощує підбір необхідного набору обладнання.

Виходячи з аналізу матеріалів, викладених у попередньому розділі пояснювальної записки, процес переробки грубих кормів може бути реалізований за такими основними варіантами:

1. подрібнення — дозування — змішування;
2. подрібнення — запарювання — дозування — змішування;
3. подрібнення — біологічна (біохімічна) або хімічна обробка — дозування — змішування;
4. сушіння — подрібнення в порошок — дозування — змішування;
5. сушіння — подрібнення в порошок — гранулювання.

Враховуючи прийняті технологічні рішення у рослинництві і тваринництві, рівень матеріально-технічного оснащення господарства, а також вивчення доступного машинного обладнання і зоотехнічних вимог, вибирається оптимальна схема технологічної лінії, що наведена на рисунку 2.1.

Накопичення та транспортування грубих кормів здійснюється за допомогою примусової подачі до робочих механізмів. Для цього використовуються живильники типу КТУ-10А (КТУ-40.000), КПГ-10, ПЗМ-

1,5, ПДК-10, БДК-70, які оснащені конвеєрно-бітерними або бітерно-гвинтовими робочими органами.

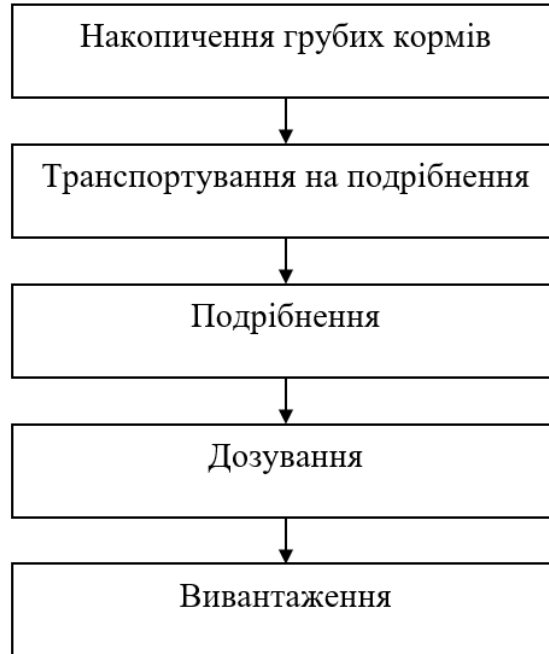


Рисунок 2.1 — Загальна схема технологічної лінії переробки грубих кормів

Важливим етапом є подрібнення кормів, яке виконують за допомогою машин із різними типами робочих органів: ножовими (РСС-6Б, Волгарь-5), молотковими (ИРТ-165) або штифтовими (ИГК-30Б, ИГК-Ф-4).

Після подрібнення дозування кормів можна здійснювати за допомогою живильників-дозаторів або дозатора-вирівнювача ДСК-30.

2.8 Розрахунок продуктивності лінії з підготовки грубих кормів

Продуктивність технологічної лінії приготування кормів

$$W_{\text{гр.к}} = \frac{P_{\text{max}}}{t \cdot \tau}, \quad (2.5)$$

де $P_{\max}$ – максимальна кількість грубих кормів (сіно, солома), яка видається всім тваринам на фермі за одне годування, кг (таблиця 2.4); t – тривалість робота лінії, год; τ – показник часу зміни.

$$W_{\text{ГР.К}} = \frac{682 + 416}{1,5 \cdot 0,85} = 861 \text{ кг / год.}$$

У відповідності із технологічною схемою лінії (рисунок 2.1) для переробки грубих кормів приймаються три варіанти машин.

1 варіант

БДК-70 → ТС – 40С → 01МТД.085 → ДСК-30 → ТС- 40С.

2 варіант

КПГ-10 → ТС – 40 М → ИГК-Ф-4 → ДСК-30 → ТС-40М.

3 варіант

ПДК-10 → ТЛ-65 → ИРТ-Ф-80 → ДСК-30 → ТЛ-65.

Кількість машин вибраної марки для кожної технологічної операції визначається по формулі

$$n_M = \frac{W_{\text{ГР.К}}}{W_M}, \quad (2.6)$$

де W_M – продуктивність машини вибраної марки, кг/год.

Продуктивність машин при роботі на грубих кормах приймається з їх технічної характеристики [6,9,10].

Для першого варіанта лінії маємо

$$n_{\text{БДК-70}} = \frac{861}{2000} = 0,43.$$

$$n_{\text{ТС-40С}} = \frac{861}{10000} = 0,1.$$

$$n_{\text{01МТД.085}} = \frac{861}{2300} = 0,37.$$

$$n_{\text{ДСК-30}} = \frac{861}{5000} = 0,17.$$

$$n_{\text{ТС-40С}} = \frac{861}{10000} = 0,1.$$

Для другого варіанта лінії маємо

$$n_{\text{КПГ-10}} = \frac{861}{2000} = 0,43.$$

$$n_{\text{ТС-40М}} = \frac{861}{10000} = 0,1.$$

$$n_{\text{ИГК-Ф-4}} = \frac{861}{5000} = 0,17.$$

$$n_{\text{ДСК-30}} = \frac{861}{5000} = 0,17.$$

$$n_{\text{ТС-40М}} = \frac{861}{10000} = 0,1.$$

Для третього варіанта лінії маємо

$$n_{\text{ПДК-10}} = \frac{861}{2000} = 0,43.$$

$$n_{\text{ТЛ-65}} = \frac{861}{10000} = 0,1.$$

$$n_{\text{ИРТ-Ф-80}} = \frac{861}{5000} = 0,17.$$

$$n_{\text{ДСК-30}} = \frac{861}{5000} = 0,17.$$

$$n_{\text{ТЛ-65}} = \frac{861}{10000} = 0,1.$$

В результаті вище проведених розрахунків приймається наступна кількість машин:

– 1 варіант. БДК-70 – 1 шт. → ТС – 40С – 1 шт. → 01МТД.085 – 1 шт. → ДСК – 30 – 1 шт. → ТС – 40С – 1 шт.

– 2 варіант. КПГ-10 – 1 шт. → ТС – 40 М – 1 шт. → ИГК-Ф-4 – 1 шт. → ДСК-30 – 1 шт. → ТС – 40 М – 1 шт.

– 3 варіант. ПДК-10 – 1 шт. → ТЛ-65 – 1 шт. → ИРТ-Ф-80 – 1 шт. → ДСК-30 – 1 шт. → ТЛ-65 – 1 шт.

В п'ятому розділі дипломного проекту буде визначено найбільш оптимальний варіант із трьох.

2.9 Висновки до розділу

1. Виконано комплексне проєктування механізованої лінії приготування грубих кормів, що враховує специфіку утримання тварин у господарстві, структуру стада, добову потребу у кормах та зоотехнічні вимоги. Проведений аналіз способу утримання тварин засвідчив доцільність впровадженого варіанту з точки зору ефективності використання площ, трудових ресурсів та зручності організації годівлі. Розроблено організаційно-технологічний режим ферми, що забезпечує раціональну взаємодію між процесами приготування та роздавання кормів.

2. На основі розрахунку структури стада і умовної кількості голів визначено точну потребу в грубих кормах, що стало основою для подальшого техніко-технологічного обґрунтування. Визначено добову й разову потребу у кормах, що дозволило розрахувати необхідну продуктивність обладнання та оптимізувати його добір.

3. У ході роботи досліджено різні варіанти підготовки грубих кормів до годівлі, порівняно їх за енергозатратами, продуктивністю та рівнем механізації. Обґрунтовано вибір найбільш доцільної технологічної схеми процесу з урахуванням мінімізації втрат поживних речовин та збереження структури кормів. Розраховано продуктивність механізованої лінії підготовки кормів, що дозволило сформувати повноцінну схему з урахуванням необхідної кількості машин і агрегатів для забезпечення безперебійної та ефективної роботи. У результаті виконаних досліджень і розрахунків сформовано раціональну механізовану лінію приготування грубих кормів, яка відповідає вимогам зоотехнії, умовам господарства та дозволяє підвищити продуктивність тварин і знизити трудові витрати.

3 РОЗРОБКА ПОДРІБНЮВАЧА-ЗМІШУВАЧА КОРМІВ

3.1 Умови зоотехнічної відповідності машини

Корм, призначений для згодовування сільськогосподарським тваринам, повинен відповідати зоотехнічним вимогам, які регламентуються стандартами або технічними умовами. До таких вимог належать, зокрема, допустимі розміри часток корму:

- Солома і сіно: для корів – 3–4 см, коней – 1,5–2,5 см, овець – 1,0–1,5 см;
- Коренеплоди: для корів – 1,5 см, молодняку ВРХ і свиней – 0,5–1,0 см, птиці – 0,3–0,4 см;
- Макуха: для корів – 10–15 мм;
- Концентровані корми: для корів – 1,8–4,0 мм, свиней і птиці – до 1,0 мм та до 1,8 мм відповідно;
- Силосовані стебла кукурудзи – 1,5–8,0 см.

Також встановлено допустимі рівні забруднень: засміченість коренеплодів — не більше 0,3 %, вміст піску в зернових кормах – до 1 %, металомагнітних домішок (до 2 мм, з негострими краями) – до 30 мг/кг корму.

На основі зоотехнічних вимог до корму формуються технічні вимоги до машин, які беруть участь у технологічному процесі його підготовки. Зокрема, до подрібнювачів висуваються такі основні вимоги:

- висока та регульована продуктивність;
- зручність очищення, миття й дезінфекції;
- універсальність щодо видів кормів;
- надійність і простота керування;
- проста конструкція й легкість в обслуговуванні;
- стійкість до дії активних хімічних речовин;
- якісна обробка без втрат поживності;

- низькі енерговитрати;
- оптимальні техніко-економічні характеристики порівняно з аналогами.

3.2 Оцінка існуючих технічних рішень і визначення доцільного об'єкта розробки

На сучасних фермерських господарствах широко застосовуються різноманітні конструкції кормоподрібнювачів. Для порівняльного аналізу доцільно зосередитись на подрібнювальних апаратах – ключових елементах таких машин.

Залежно від типу корму, що підлягає подрібненню, та вимог до його якості, використовуються такі основні типи подрібнювальних механізмів: молоткові, штифтові, ножові й комбіновані.

У молоткових апаратах головними елементами, які виконують подрібнення, є ротор із підвішеними на ньому молотками, решета та деки. Завдяки шарнірному кріпленню молотків забезпечується їх захист від пошкоджень у разі потрапляння твердих предметів. Такі апарати, які зазвичай називають дробарками (наприклад, КДМ-2, ДБ-5, ДКМ-5), широко застосовуються для обробки зернових кормів. В універсальних моделях (КДУ-2, ДКУ-1М), призначених для різних типів кормів, додатково встановлюються ножі або поєднуються ножові та молоткові механізми.

Молоткові апарати найбільш поширені серед кормоподрібнювачів завдяки їхній універсальності, простоті конструкції, надійності у роботі та легкості технічного обслуговування. До їх недоліків належать високе енергоспоживання, нерівномірність фракційного складу з надлишком дрібних часток і значне зношування робочих елементів.

У штифтових апаратах подрібнення здійснюється за рахунок дії штифтів, які закріплюються на дисках по концентричних колах. Корм

подрібнюється переважно шляхом згину, потрапляючи між рухомими та нерухомими штифтами. Такі пристрої ефективні лише для грубих сухих кормів із вологістю не більше 26 %, оскільки при підвищенні вологості їх продуктивність різко знижується, а енергоспоживання зростає. Наприклад, у моделі ИГК-30Б при підвищенні вологості соломи від 18 % до 40 % продуктивність знижується вчетверо, а енергоспоживання подвоюється. Хоча знос штифтів приблизно відповідає зносу молотків, їх жорстке кріплення робить їх більш уразливими до пошкоджень при зустрічі з твердими предметами.

Ножові апарати включають ножі, що закріплені на обертових роторах, та нерухомі протирізи. Вони активно застосовуються в обладнанні для заготівлі силосу (РСС-6Б, Волгарь-5), кукурудзозбиральних машинах і універсальних дробарках (КДУ-2, ИСК-3А). Витрати енергії при їх роботі менші, ніж у молоткових, однак інтенсивність зношення ріжучих кромок вища.

Комбіновані апарати являють собою поєднання елементів молоткового й ножового типів – або на одному роторі, або у вигляді двох послідовно встановлених механізмів. Існують конструкції, в яких усі молотки мають ріжучі кромки (ІРМА-15, ІРМ-50). Такі апарати здатні працювати з широким спектром кормів, у тому числі з високою вологістю. Вони мають помітно нижче енергоспоживання порівняно з молотковими аналогами й застосовуються в універсальних дробарках.

На підставі проведеного аналізу різних типів подрібнювальних механізмів та з урахуванням того, що об'єктом проектування є подрібнювач-змішувач, доцільним є використання молоткового роторного апарата як подрібнювального вузла.

3.3 Опис схеми роботи машини і основних принципів її дії

Розроблена машина належить до категорії однороторних

прямоточних подрібнювачів-змішувачів. Через відсутність вивантажувальних лопатей у зоні вивантаження, вона оснащена верхнім приводом.

Подрібнювач-змішувач (рис. 3.1) складається з робочої камери, яка має завантажувальне та вивантажувальне вікна. До корпусу камери кріпляться стійки, ротор, привод та захисний кожух. Обертання від електродвигуна до ротора передається через клинопову передачу. Ротор включає вал із підшипниковим вузлом, шнек і барабан, на якому шарнірно закріплені втулки з молотками. Вал підтримується двома радіально-упорними та одним упорним підшипниками. До нижньої частини валу приєднані шнек і барабан із молотками, а на верхній частині розташований ведений шків.

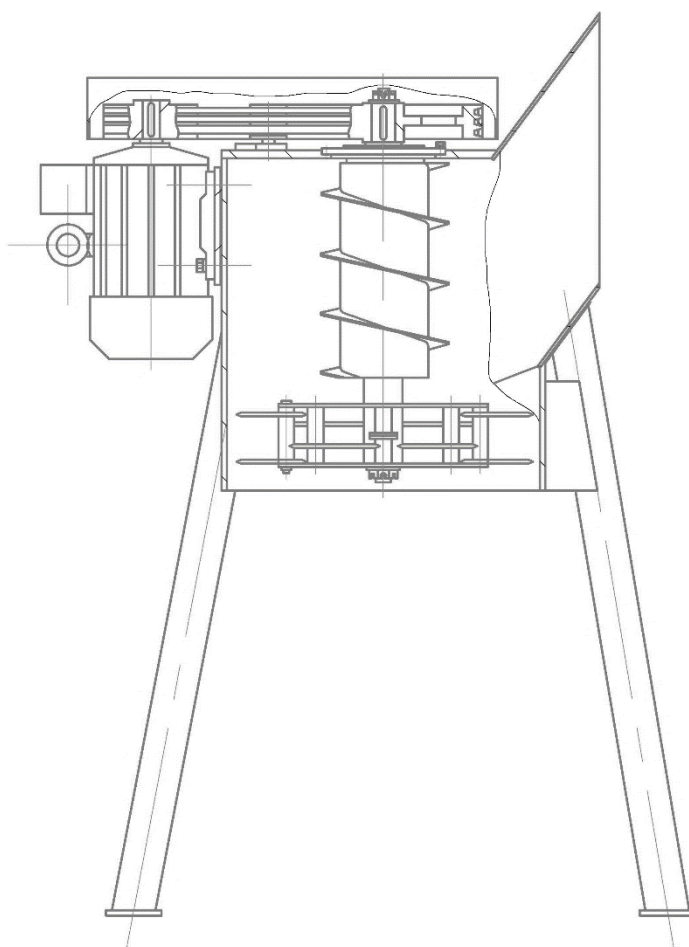


Рисунок 3.1 – Конструкція подрібнювача-змішувача

Принцип роботи полягає в наступному: обертальний момент від електродвигуна через клинопасову передачу передається ротору. Корм або кормова суміш подається транспортером через верхнє завантажувальне вікно в робочу камеру. Шнек спрямовує корми вниз у зону дії молотків, які одночасно подрібнюють та перемішують матеріал. Готовий продукт під впливом сили тяжіння виходить через вивантажувальне вікно і транспортується далі до накопичувача або кормороздавача.

3.4 Розрахунок технологічних параметрів машини

Розрахункова продуктивність подрібнювача-змішувача визначається з урахуванням конструктивних параметрів молоткового барабана за формулою:

$$Q = K_{\text{подр}} \cdot D \cdot L, \quad (3.1)$$

де $K_{\text{подр}}$ – коефіцієнт пропорційності, який відображає вихід готового продукту з 1 м² площі діаметрального перерізу подрібнювальної камери, кг/(с·м²). Для подрібнювачів-змішувачів кормів цей коефіцієнт приймається в межах 4...6; D – діаметр молоткового барабана, м; L – довжина барабана подрібнювача, м.

Підставивши значення, отримуємо:

$$Q = 5 \times 0,8 \times 0,16 = 0,64 \text{ кг/с} = 2,3 \text{ т/год.}$$

Кількість молотків, встановлених на барабані подрібнювача-змішувача, визначається за формулою:

$$Z = \frac{(L - \Delta L) \cdot k_z}{\delta}, \quad (3.2)$$

де ΔL – сумарна товщина дисків, які не перекриваються молотками, мм; k_z – число молотків, що розташовані на одному сліді (1...6); δ – товщина молотка, мм.

$$Z = \frac{(160 - 20) \cdot 2}{10} = 28.$$

За розрахунками приймається 28 молотків.

Довжина молотка визначається за формулою:

$$a = 0,32 \times D, \quad (3.3)$$

де D — діаметр молоткового барабана, м.

Для заданого діаметра $D=0,75$ м маємо:

$$a = 0,32 \times 0,75 = 0,24 \text{ м.}$$

Ширина молотка обчислюється за співвідношенням:

$$b = (0,4 \dots 0,5) \times a, \quad (3.4)$$

і приймається як середнє значення:

$$b = 0,45 \times 0,24 = 0,108 \text{ м.}$$

В результаті кінцеві розміри молотків складають $a \times b = 0,24 \text{ м} \times 0,11 \text{ м}$.

3.5 Визначення потужності на привод подрібнювача – змішувача і його кінематичний розрахунок

Потужність N , що потрібна для приводу молоткового механізму:

$$N = N_{\text{подр.}} + N_{\text{х.х.}}, \quad (3.5)$$

де $N_{\text{подр.}}$ — потужність, необхідна безпосередньо для процесу подрібнення корму, кВт; $N_{\text{х.х.}}$ — потужність, що витрачається на роботу подрібнювача в режимі холостого ходу, кВт.

Зазвичай значення $N_{\text{х.х.}}$ становить близько 15–20% від $N_{\text{подр.}}$. У такому випадку загальна потужність визначається як:

$$N = (1,15 \dots 1,20) N_{\text{подр.}}. \quad (3.6)$$

Енергетичні витрати, необхідні для здійснення подрібнення корму:

$$N_{\text{подр}} = Q_p \times \psi \times D \times L \times (1 + f_{\text{ш}}) \times v_{\text{відн}}^2, \quad (3.7)$$

де Q_p — теоретична продуктивність у кілограмах за секунду; ψ — коефіцієнт, що описує ефективність подрібнення; $f_{\text{ш}}$ — величина опору переміщенню кормової маси в проміжку між кінцями молотків і стінкою робочої камери; $v_{\text{відн}}$ — відносна швидкість руху молотків щодо шару корму, м/с.

Значення коефіцієнта ψ визначається за формулою:

$$\psi = Z \times n \times t \times \pi \times h_{\text{ш}} \times r \times \mu_z / 120, \quad (3.8)$$

де Z – загальна кількість молотків; n – швидкість обертання ротора, об/хв; t – тривалість перебування корму в зоні подрібнення, с; $h_{\text{ш}}$ – товщина шару повітря з кормом, м; μ_z – частка маси кормових частинок у шарі, кг/кг; ρ – густина матеріалу, що подрібнюється, кг/м³.

$$\psi = 28 \times 1500 \times 1,0 \times 3,14 \times 0,01 \times 30 \times 0,5 / 120 = 164,85.$$

$$N_{\text{подр}} = 0,64 \times 164,85 \times 0,8 \times 0,16 \times (1 + 0,05) 30^2 = 12757 \text{ Вт.}$$

$$N = 1,2 \times 12,76 = 15,31 \text{ кВт.}$$

Розрахункова потужність електропривода для забезпечення роботи подрібнювача

$$N_{\text{п}} = \frac{N}{\eta_{\text{пер}}}, \quad (3.9)$$

де $\eta_{\text{пер}}$ – коефіцієнт корисної дії клинопасової передачі, що становить 0,94...0,97.

$$N_{\text{п}} = \frac{15,31}{0,95} = 16,12 \text{ кВт.}$$

Для приводу подрібнювача обрано асинхронний електродвигун типу 4A160M2Y3 із номінальною потужністю 18,5 кВт та синхронною швидкістю обертання вала 3000 об/хв.

Реальна частота обертання вала враховується з урахуванням ковзання

$$n_1 = n_c (1 - s), \quad (3.10)$$

де n_c — синхронна швидкість обертання вала ротора електродвигуна, об/хв; s — відсоток ковзання ротора. У даному випадку значення ковзання становить 2,1 %.

$$n_1 = 3000(1 - 0,021) = 2940 \text{ хв.}^{-1}$$

З урахуванням конструктивних особливостей приймаємо діаметр ведучого шківa $d_1 = 250$ мм, після чого розраховується діаметр веденого

шків за формулою:

$$d_2 = u \cdot [d_1(1 - \varepsilon)], \quad (3.11)$$

де u – коефіцієнт передачі (передаточне число); ε – відносне ковзання в клинопасовій передачі, яке коливається в межах 0,015...0,02.

Передаточне число визначається як

$$u = \frac{n_1}{n_2}, \quad (3.12)$$

де n_2 – швидкість обертання вала молоткового барабана, оберти за хвилину;

$$u = \frac{2940}{1500} = 1,97$$

$$d_2 = 1,97 \cdot [250(1 - 0,017)] = 484,1_{\text{мм.}}$$

Приймаємо $d_2 = 500$ мм.

3.6 Розрахунок основних деталей на міцність

Розмір діаметра вихідного кінця вала ротора розраховується, виходячи з умови чистого кручення з урахуванням зменшених допустимих напружень

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}}, \quad (3.13)$$

Тут T означає крутний момент на валу подрібнювального пристрою, Н·м; $[\tau] = 20...35$ МПа – зменшені допустимі напруження.

Крутний момент на валу розраховується за формулою

$$T = \frac{N}{\omega}, \quad (3.14)$$

де ω – кутова швидкість обертання вала, рад/с.

$$T = \frac{18,5 \cdot 10^3}{157,0} = 117,8 \text{ Н·м.}$$

$$\omega = \frac{\pi n}{30}, \quad (3.15)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157,0 \text{ рад/с.}$$

$$d_k = \sqrt[3]{\frac{117,8 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 48,7 \text{ мм.}$$

Зміцнення вала за рахунок шпонкової канавки потребує компенсації шляхом збільшення його діаметра на 5–10 %. Розрахунковий діаметр:

$$d_k = 1,1 \times 48,7 = 53,6 \text{ мм.}$$

За стандартом ДСТУ 8724-81 остаточно приймається діаметр вихідного кінця ротора $d_k = 60$ мм.

Для передачі крутного моменту від вала електродвигуна до ротора через клинопасову передачу використовується призматична шпонка за ДСТУ 8789–78. Розміри шпонки: переріз $b \times h = 18 \times 11$ мм, глибина паза вала під втулку $t_1 = 7,0$ мм, довжина шпонки $l = 90$ мм. Наступним кроком проведемо перевірку вибраної шпонки на зминання бокових поверхонь, що виступають із вала.

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{d \cdot l_p (h - t_1)} \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.16)$$

де T – переданий крутний момент, Н·м; d – діаметр вала, мм; l_p – ефективна довжина шпонки, мм; $[\sigma_{зм}]$ — допустимі напруження при зминанні, МПа.

Для нерухомого з'єднання вала з сталевією маточиною значення $[\sigma_{зм}]$ коливається в межах 60...100 МПа.

$$l_p = l - b, \quad (3.17)$$

де l — загальна довжина шпонки в міліметрах; b — ширина шпонки в міліметрах.

$$l_p = 90 - 18 = 72 \text{ мм.}$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 117,8 \cdot 10^3}{60 \cdot 72 \cdot (11 - 7)} = 13,63 \text{ МПа.}$$

Оскільки $\sigma_{зм}$ не перевищує допустимі напруження $[\sigma_{зм}]$, міцність з'єднання вважається гарантованою.

3.7 Висновки до розділу

Проведено комплексну розробку подрібнювача-змішувача кормів, що включає аналіз зоотехнічних вимог до машини, оцінку існуючих технічних рішень та вибір оптимального варіанту для розробки. Детально описано принцип роботи машини та її основні функціональні схеми. Виконано розрахунок ключових технологічних параметрів, визначено необхідну потужність привода і проведено кінематичний розрахунок механізмів. Також здійснено аналіз міцності основних конструктивних елементів, що підтверджує надійність і відповідність проектних рішень заданим вимогам. Загалом, розробка забезпечує створення ефективного та технічно обґрунтованого подрібнювача-змішувача кормів.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Організація заходів з охорони праці в кормоцеху

Відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», керівник підприємства зобов'язаний забезпечити безпечні та здорові умови праці на кожному робочому місці, налагодити постійний контроль за дотриманням вимог безпеки під час виконання виробничих операцій, а також за правильним використанням обладнання та дотриманням технологічного регламенту.

На всіх підприємствах має бути впроваджена система управління охороною праці (СУОП), яка включає реалізацію комплексу з сімнадцяти нормативно-регламентуючих документів у сфері охорони праці. У рамках цієї системи керівник кормоцеху повинен:

- розробити регламент проведення навчання і інструктажів з питань безпеки праці;
- забезпечити контроль за дотриманням вимог охорони праці, технічних норм, правил експлуатації обладнання та засобів захисту, а також організувати їх обслуговування, перевірку й оновлення у встановлені терміни;
- проводити атестацію робочих місць відповідно до вимог чинного законодавства;
- здійснювати інструктажі безпосередньо на робочих місцях із демонстрацією безпечних методів роботи з обов'язковою фіксацією у відповідному журналі;
- контролювати своєчасне технічне обслуговування машин і обладнання, вести відповідну документацію;
- постійно аналізувати стан охорони праці, виявляти потенційні загрози, вживати заходів щодо їх усунення або, у разі необхідності, оперативно повідомляти відповідальних осіб;

- запроваджувати профілактичні заходи для недопущення нещасних випадків, професійних захворювань та аварій;
- готувати та погоджувати інструкції з охорони праці для працівників, затверджувати їх та забезпечити наявність цих документів на робочих місцях;
- облаштувати інформаційний куточок з охорони праці та підтримувати його актуальність;
- розробити та погодити інструкцію з пожежної безпеки;
- проводити розслідування випадків виробничого травматизму.

Оцінка стану безпеки праці на фермі великої рогатої худоби фермерського господарства «Аграрій» свідчить про відсутність ефективно діючої СУОП, що спричинило зростання кількості захворювань і випадків виробничого травматизму. Тому необхідно вжити заходів щодо усунення недоліків у сфері охорони праці, покращити умови праці працівників та знизити ризики для їхнього життя і здоров'я.

4.2 Заходи безпеки під час здійснення процесу приготування кормів

Організація безпечних умов праці під час виробництва кормів для великої рогатої худоби передбачає дотримання чинних нормативних документів, що регламентують вимоги охорони праці у сільськогосподарському виробництві. Зокрема, важливу роль відіграють положення “Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві”, вимоги державних стандартів щодо безпечної експлуатації машин і механізмів, а також нормативи щодо безпеки робочих місць, експлуатації котельного обладнання та парових трубопроводів. Особливої уваги потребує дотримання стандартів, що регулюють вимоги до безпеки при роботі з виробничим обладнанням, конвеєрними системами та теплогенерувальними установками, що використовуються в технологічному процесі.

Під час виконання робіт із подрібнення кормів необхідно забезпечити повне виключення прямого контакту працівників із рухомими елементами обладнання та потоком подрібненої маси. Обладнання для подрібнення повинно встановлюватися згідно з технічною документацією, що визначає умови безпечної експлуатації. Перед початком роботи проводиться ретельна перевірка технічного стану ріжучих елементів, вузлів кріплення, захисних кожухів та привідних механізмів. Забороняється експлуатація обладнання з розбалансованим ротором або послабленими елементами кріплення.

До запуску обладнання обов'язково перевіряється правильність затягування болтових з'єднань, стан ланцюгів і ременів, а також відповідність технологічних зазорів нормативним параметрам. Категорично забороняється наявність сторонніх предметів у дробарках та живильниках. Подавання сировини до подрібнювача здійснюється тільки після досягнення номінальної швидкості обертання, при цьому використовуються спеціальні штовхачі достатньої довжини, що гарантують безпечну відстань оператора від рухомих частин.

У разі застосування обладнання з реверсивним ходом транспортерів перед основним запуском вмикається зворотний напрямок руху для перевірки чистоти системи. Заборонено завантаження агрегатів матеріалами змерзлої структури або фракціями, що можуть призвести до аварійної зупинки. У разі забивання дробарки очищення здійснюється тільки після повного відключення живлення і виконання заходів, що унеможливають випадковий запуск. Заборонено перебування персоналу в зонах викиду та на рухомих платформах, а також у приямках без відповідного захисту. Робочі приміщення, в яких експлуатуються подрібнювальні машини, мають систематично очищуватись від залишків корму та пилу.

У процесі завантаження, транспортування та роздавання кормів також існує низка потенційно небезпечних ситуацій, яких слід уникати завдяки правильній організації робіт. Не допускається потрапляння сторонніх предметів

до потоку корму, що транспортується, оскільки це може призвести до пошкодження обладнання або спричинити аварійні ситуації. Перебування людей у кузовах під час завантаження є неприпустимим. Розміщення навантажувальної техніки має забезпечувати безперешкодний рух працівників і транспортних засобів. Координація дій працівників з операторами навантажувачів є обов'язковою умовою для запобігання нещасним випадкам. Ділянки роботи навантажувачів обладнуються захисними обмежувачами, що унеможливають виїзд техніки за межі безпечної зони.

При виконанні робіт на ухилах допускається робота лише за умови, що нахил не перевищує допустимих норм, а техніка стабілізована спеціальними пристроями. У зоні дії навантажувальних механізмів заборонено перебування сторонніх осіб. Сирти й бурти корму розбираються послідовно зверху вниз, з країв, для запобігання обваленню. Транспортний засіб під час навантаження має бути надійно загальмований і зафіксований упорами. Перед початком транспортування кормів необхідно перевірити стан доріг, особливо в зимовий період, і в разі потреби встановити відповідні попереджувальні знаки або обмеження швидкості. На слизьких дорогах обов'язкове використання ланцюгів протиковзання.

Для безпечного доступу до кузовів транспорту працівники мають користуватись спеціальними драбинами або страховочними пристроями. Технічне обслуговування кормороздавачів здійснюється лише при повному знеструмленні агрегатів і встановленні табличок, що забороняють їх запуск. У разі виконання робіт із ланцюговими механізмами необхідно користуватися спеціальними пристосуваннями, які запобігають травмам.

Надписи на мобільних агрегатах для роздавання кормів мають бути чіткими, видимими та відповідати вимогам виробника. У робочій зоні повинні бути розміщені попереджувальні позначення, які забороняють виконання робіт у разі працюючого двигуна.

4.3 Вимоги безпеки у надзвичайних ситуаціях

З метою мінімізації ризику виникнення надзвичайних ситуацій у кормовиробництві слід забезпечити комплексну реалізацію організаційно-технічних заходів. У виробничих приміщеннях кормоцеху, а також безпосередньо на робочих місцях, мають бути розміщені актуальні інструкції з охорони праці, що регламентують безпечне виконання робіт на технологічному обладнанні. Ознайомлення працівників із зазначеними інструкціями повинно бути обов'язковим до початку виконання виробничих операцій. Співробітники, що працюють у зонах підвищеного ризику, зобов'язані користуватися відповідними засобами індивідуального захисту, регулярно проходити профілактичні медичні огляди (не рідше одного разу на шість місяців), а також щорічно брати участь у навчаннях з охорони праці з подальшим тестуванням знань та отриманням допуску до виконання відповідних робіт.

Усі ділянки кормоцеху мають бути укомплектовані сертифікованими засобами пожежогасіння, а працівники повинні систематично проходити інструктажі з правил пожежної безпеки. У приміщеннях ферми необхідно реалізувати заходи, спрямовані на запобігання виникненню пожеж: забезпечити вільний доступ до будівель, розмістити вогнегасники в доступних місцях, а також передбачити наявність резервуарів з аварійним запасом води на території господарства. Одним з важливих протипожежних заходів є дотримання нормативних протипожежних розривів між виробничими спорудами, допоміжними будівлями та складськими приміщеннями, які перешкоджають поширенню полум'я у разі пожежі. Відстані між об'єктами повинні відповідати вимогам чинних будівельних норм, зокрема СНіП 2.07.01–89. Транспортна інфраструктура господарства має забезпечувати безперешкодний проїзд пожежної техніки до водойм і резервуарів з водою. Додатково підвищити рівень пожежної безпеки можна за рахунок підвищення вогнестійкості будівельних конструкцій, застосування протипожежних бар'єрів та використання спеціальних вогнезахисних покриттів.

4.4 Вимоги до охорони довкілля

Інтенсивна діяльність тваринницьких комплексів супроводжується значним утворенням органічних відходів, насамперед гною, що за умови нерационального поводження з ним може призвести до забруднення довкілля. Скупчення великого обсягу відходів на обмежених площах створює загрозу для санітарного стану території, спричиняє забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих та підземних вод. Щорічно тваринницькі підприємства утворюють тисячі тонн таких відходів, що потребують належної утилізації.

Для зменшення впливу на навколишнє середовище необхідно передбачити інженерні рішення щодо збору рідких фракцій гною та силосу у спеціальні герметичні резервуари, виготовлені з матеріалів, стійких до корозії, таких як бетон або полімери. Тверді органічні відходи повинні транспортуватися на поля лише після належної обробки та відповідно до встановлених агротехнічних норм. Зрошення полів гнойовими стоками дозволяється проводити лише за наявності водотривкого шару ґрунту, що виключає ризик забруднення підземних вод. Такі заходи сприяють не лише збереженню екологічної безпеки, але й ефективному використанню органічних добрив у сільському господарстві.

4.5 Висновки до розділу

Розглянуто комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці в кормоцеху, а також мінімізацію впливу виробничої діяльності на довкілля. Встановлено, що ефективна організація охорони праці в кормоцеху потребує дотримання нормативних вимог, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, проведення інструктажів та контролю за технічним станом обладнання. Особливу увагу приділено заходам безпеки під час здійснення процесу приготування

кормів, серед яких – попередження травматизму, уникнення контакту з пилом, підвищеними температурами та рухомими частинами обладнання. Уточнено дії персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій, передбачено відповідні засоби оповіщення, евакуаційні маршрути та засоби пожежогасіння. Окремо розглянуто питання охорони довкілля: запропоновано заходи з утилізації відходів, зменшення викидів у повітря, зниження шумового та теплового забруднення, що забезпечує екологічну безпеку виробництва.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

Вибір оптимального варіанта технологічної лінії проводиться на основі розрахунку питомих приведених затрат. Варіант лінії, що має найменші питомі приведені затрати, і буде оптимальним.

Питомі приведені затрати визначаються по формулі:

$$I_{\text{п.пит.}} = \frac{I_{\text{п.л.}}}{G \cdot z_p}, \quad (5.1)$$

де $I_{\text{п.л.}}$ – сумарні приведені затрати всіх машин і обладнання, які входять в склад варіанта технологічної лінії, грн; G – маса продукції, яка переробляється машинами лінії за добу, кг; z_p – число днів роботи лінії на протязі року.

Приведені затрати для кожної із машин, що входить в склад лінії, визначаються по формулі [12]

$$I = \frac{G \cdot z_p}{W_m} (L \cdot C_t + N \cdot q \cdot \eta \cdot 0,099 + N_e \cdot z_e \cdot 0,7) + \frac{B}{100} (a + p + 15), \quad (5.2)$$

де W_m – кількість продукції, яку здатна виготовити машина (агрегат, обладнання) за одну годину, кг/год; L – чисельність персоналу, який залучений до виконання певного технологічного етапу, осіб; C_t – погодинна оплата праці з урахуванням додаткових нарахувань, грн; N – паспортна (номінальна) потужність двигуна машини або трактора, к.с.; q – витрати основного пального на одиницю потужності за одиницю часу, кг×к.с./год; η – коефіцієнт ефективного використання потужності двигуна (залежить від виду робіт: для навантажувальних – $\eta=0,8$; для транспортних – $\eta=0,5$); N_e – фактичне споживання електроенергії електрообладнанням, встановленим на машині, кВт; z_e – ціна одного кіловат-години електроенергії, грн; B – первісна (балансова) вартість обладнання або машини, грн; a – встановлена річна норма амортизаційних відрахувань, %; p – встановлена річна норма витрат на поточний ремонт і технічне обслуговування, %.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Варіант 3									
ПДК-10	2	1	2,5	4	8	660000	5	5	187580
ТЛ-65	10	1	2,5	2,1	8	725000	5	5	185440
ИРТ-Ф-80	5	1	2,5	58,8	8	225000	5	5	134095
ДСК-30	5	1	2,5	1,7	8	1700000	5	5	433260
ТЛ-65	10	1	2,5	2,1	8	725000	5	5	185440
Приведені експлуатаційні витрати лінії, грн									1125815
Питомі приведені витрати лінії, грн/т									3679,13
Економічний ефект (в порівнянні з варіантом 2), грн									49300
Строк окупності (в порівнянні з варіантом 2), рік									1,47
Економічний ефект (в порівнянні з варіантом 3) , грн									65265
Строк окупності (в порівнянні з варіантом 3), рік									1,91

В умовах господарства найбільш оптимальним буде перший варіант лінії, в склад якої входять: живильник БДК-70, транспортер ТС-40С, розроблений подрібнювач-змішувач, дозатор ДСК-30 і транспортер ТС-40С. Розроблене обладнання забезпечує економічний ефект порівняно з існуючими варіантами. В порівнянні з варіантом 2 економія становить 49300 грн на рік, при цьому строк окупності складає 1,47 роки. Порівняно з варіантом 3 економічний ефект більший і дорівнює 65 265 грн на рік, а строк окупності – 1,91 року. Це свідчить про ефективність впровадження розробленого подрібнювача-змішувача і доцільність його використання в технологічній лінії.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз показує, що чисельність тварин зменшується, а їх забезпечення кормами недостатнє. Продуктивність тварин і рівень механізації на фермі низькі і мають тенденцію до зниження. Для покращення слід розширити посіви кормових культур, удосконалити технології землеробства, підвищити врожайність і застосувати високоврожайні сорти. Необхідно також впровадити збалансовані раціони, забезпечити якісну підготовку кормів і своєчасну їх роздачу. Потрібно підвищити механізацію обслуговування тварин через оновлення обладнання та створення механізованих ліній. Оптимізація механізованих технологічних ліній за економічними критеріями дозволить знизити витрати та підвищити ефективність господарства.

2. Виконано проектування механізованої лінії приготування грубих кормів з урахуванням специфіки господарства, структури стада та зоотехнічних вимог. Проаналізовано спосіб утримання тварин, що підтвердило ефективність обраного варіанту за використанням площ, трудових ресурсів та організацією годівлі. Розроблено організаційно-технологічний режим, який забезпечує взаємодію процесів приготування та роздавання кормів. Визначено точну добову і разову потребу у грубих кормах на основі структури стада, що дозволило оптимізувати продуктивність і підбір обладнання. Досліджено різні варіанти підготовки кормів, порівняно їх за енергозатратами та механізацією, обґрунтовано вибір технологічної схеми, що мінімізує втрати поживних речовин. Розраховано продуктивність лінії і сформовано схему з необхідною кількістю машин для безперебійної роботи. Запропонована лінія відповідає вимогам зоотехнії та умовам господарства, підвищує продуктивність тварин і знижує трудові витрати.

3. Проведено комплексну розробку подрібнювача-змішувача кормів, що включає аналіз зоотехнічних вимог до машини, оцінку існуючих

технічних рішень та вибір оптимального варіанту для розробки. Детально описано принцип роботи машини та її основні функціональні схеми. Виконано розрахунок ключових технологічних параметрів, визначено необхідну потужність привода і проведено кінематичний розрахунок механізмів. Також здійснено аналіз міцності основних конструктивних елементів, що підтверджує надійність і відповідність проектних рішень заданим вимогам. Загалом, розробка забезпечує створення ефективного та технічно обґрунтованого подрібнювача-змішувача кормів.

4. Розглянуто заходи для забезпечення безпеки праці в кормоцеху та мінімізації впливу виробництва на довкілля. Підкреслено важливість дотримання нормативів, використання засобів захисту, проведення інструктажів і контролю технічного стану обладнання. Вказано на заходи безпеки під час приготування кормів, запобігання травмам, захист від пилу, високих температур і рухомих частин. Описано дії персоналу при надзвичайних ситуаціях, засоби оповіщення та евакуації. Запропоновано заходи з утилізації відходів, зниження викидів, шуму і теплового забруднення для екологічної безпеки виробництва.

5. В умовах господарства найбільш оптимальним буде перший варіант лінії, в склад якої входять: живильник БДК-70, транспортер ТС-40С, розроблений подрібнювач-змішувач, дозатор ДСК-30 і транспортер ТС-40С. Розроблене обладнання забезпечує економічний ефект порівняно з існуючими варіантами. В порівнянні з варіантом 2 економія становить 49300 грн на рік, при цьому строк окупності складає 1,47 роки. Порівняно з варіантом 3 економічний ефект більший і дорівнює 65 265 грн на рік, а строк окупності – 1,91 року. Це свідчить про ефективність впровадження розробленого подрібнювача-змішувача і доцільність його використання в технологічній лінії.

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 Бомко, В. С., Є. В. Сиваченко, і О. В. Сметаніна. *Корми і кормові добавки та ефективність їх використання в годівлі тварин: навч. посібник*. Біла Церква, 2023. 225 с.
- 2 Вітвіцький, В. В., В. І. Ковальчук, і А. Л. Солошенок. *Методичні положення та норми продуктивності на виробництво комбінованих кормів*. Український науково-дослідний інститут продуктивності АПК; Поліськ. зонал. науково-дослідний центр продуктивності АПК, Київ: Укراгропромпродуктивність, 2008. 245 с.
- 3 Кіщак, І. Т., О. К. Бітлян, і І. В. Наконечний. *Організація, економіка та технологія екологічно безпечного кормовиробництва: монографія*. Миколаїв: МНУ, 2011. 271 с.
- 4 Біленький, О. Ю. *Комбікормова галузь: тенденції та перспективи розвитку: монографія*. Донецьк: ДонНУЕТ, 2011. 532 с.
- 5 Дяченко, Л. С., В. С. Бомко, і Т. Л. Сивик. *Основи технології комбікормового виробництва: навч. посібник*. Біла Церква, 2015. 306 с.
- 6 Теличкун, В. І., О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун, О. О. Губеня, М. Г. Десик, і О. М. Чепелюк. *Технологічні комплекси харчових виробництв: навч. посібник*. Київ: Видавництво «Сталь», 2017. 456 с.
- 7 Дацишин, О. В., А. І. Ткачук, і О. В. Гвоздев, ред. О. В. Дацишин. *Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навч. посібник*. Вінниця: Нова Книга, 2009. 488 с.
- 8 Браженко, В. Є., і О. О. Фесенко. "Особливості компонування обладнання та вимоги безпеки до його розміщення на комбікормових підприємствах." *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Сер. Техн. науки*, т. 1, вип. 46, 2014, с. 100–106.
- 9 Єгоров, Б. В., І. К. Чайка, і В. Є. Браженко. Аналіз компонування обладнання та стабільності роботи комбікормових підприємств. *Зернові продукти і комбікорми*, ОНАХТ, 2012, № 4, с. 42–45.

10 Лінії підготовки сировини та устаткування для виготовлення комбікормів. *Обладнання та техніка для села: ринок, пропозиції, практика використання*, 2003, № 7, с. 19–26.

11 Aliiev, E., R. Maliehin, V. Ivliev, i O. Aliieva. Simulation of the process of cavitation treatment of liquid feed. *Scientific Horizons*, vol. 24, no. 2, 2021, pp. 16–26. [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(2\).2021.16-26](https://doi.org/10.48077/scihor.24(2).2021.16-26).

12 Алієв, Е. Б., і М. О. Лінко. Аналіз техніко-технологічного оснащення процесів експандованого приготування кормів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК. ВНАУ*, vol. 1, no. 116, 2022, с. 51–57.

13 Алієв, Е. Б., і М. О. Лінко. Методика чисельного моделювання процесу експандованого приготування кормів. *Наукові аспекти формування сучасних агротехнологій – інновації молодих вчених...: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (20 травня 2022 р., м. Херсон), Херсон: ІЗЗ НААН*, 2022, с. 160–161.

14 Алієв, Е. Б., М. О. Лінко, і О. Ю. Алієва. Симуляція процесу експандованого приготування кормів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*, vol. 5, no. 36, 2022, ч. II, с. 176–185. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.5\(36\).2.176-185](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2022.5(36).2.176-185).

15 Алієв, Е. Б., і Р. Д. Малегін. Ефективність впровадження технології годівлі тварин кормами після кавітаційної обробки. *Найновіте научни постижения – 2020: матеріали XVI міжнар. наук.-практ. конф. (15–22 березня 2020), Софія: Бял ГРАД-БГ ОДД*, 2020, т. 3, с. 39–41.

16 Алієв, Е., Р. Малегін, і О. Алієва. Етапи розробки гомогенізатора-диспергатора рідких кормів. *Досягнення та перспективи галузі виробництва...: матеріали всеукр. наук.-практ. конф., Кропивницький: ЦНТУ*, 2022, с. 40–41.

17 Алієв, Е. Б., С. Ю. Миколенко, Н. А. Сова та ін. *Техніко-технологічне забезпечення безвідходної переробки зернової сировини у харчові продукти і корми: колективна монографія*, за заг. ред. Е. Б. Алієва. Дніпро: ЛІРА, 2022. 192 с. ISBN 978-966-981-687-0.

- 18 Бабич, А. О., С. Й. Олішинський, В. А. Ясенецький та ін., упоряд. С. Й. Олішинський. *Довідник по заготівлі і зберіганню кормів*. Київ: Урожай, 1989. 176 с.
- 19 Зінченко, О. І. *Кормовиробництво* (2-ге вид., доп. і перероб.). Київ: Вища освіта, 2005. 448 с.
- 20 Зінченко, О. І., В. Н. Салатенко, і М. А. Білоножко. *Рослинництво: підручник*, за ред. О. І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
- 21 Зінченко, О. І., І. Т. Слюсар, Ф. Ф. Адамень та ін., за ред. О. І. Зінченка. *Кормовиробництво: практикум*. Київ: Нора-прінт, 2001. 470 с.
- 22 Кравчук, В. І., М. М. Луценко, і М. П. Мечта. *Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів*. Київ: Фенікс, 2008. 104 с.
- 23 Лихочвор, В. В. *Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур* (2-ге вид., виправл.). Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
- 24 Петриченко, В. Ф., Г. П. Квітко, М. К. Царенко та ін., за ред. В. Ф. Петриченка. *Наукові основи інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні*. Вінниця: Данилюк В. Г., 2008. 240 с.
- 25 Петриченко, В. Ф., М. Ф. Кулик, І. І. Ібатулін та ін. *Виробництво, зберігання і використання кормів*. Вінниця, 2005. 472 с.
- 26 Бусенко, О. Т., В. Д. Столюк, М. В. Штомпель та ін., за ред. О. Т. Бусенка. *Технологія виробництва продукції тваринництва: підручник*. Київ: Аграрна освіта, 2001. 432 с.
- 27 Влох, В. Г., Н. Я. Кириченко, і П. М. Когут. *Луківництво*. Київ: Вища школа, 2003. 392 с.

Додатки

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

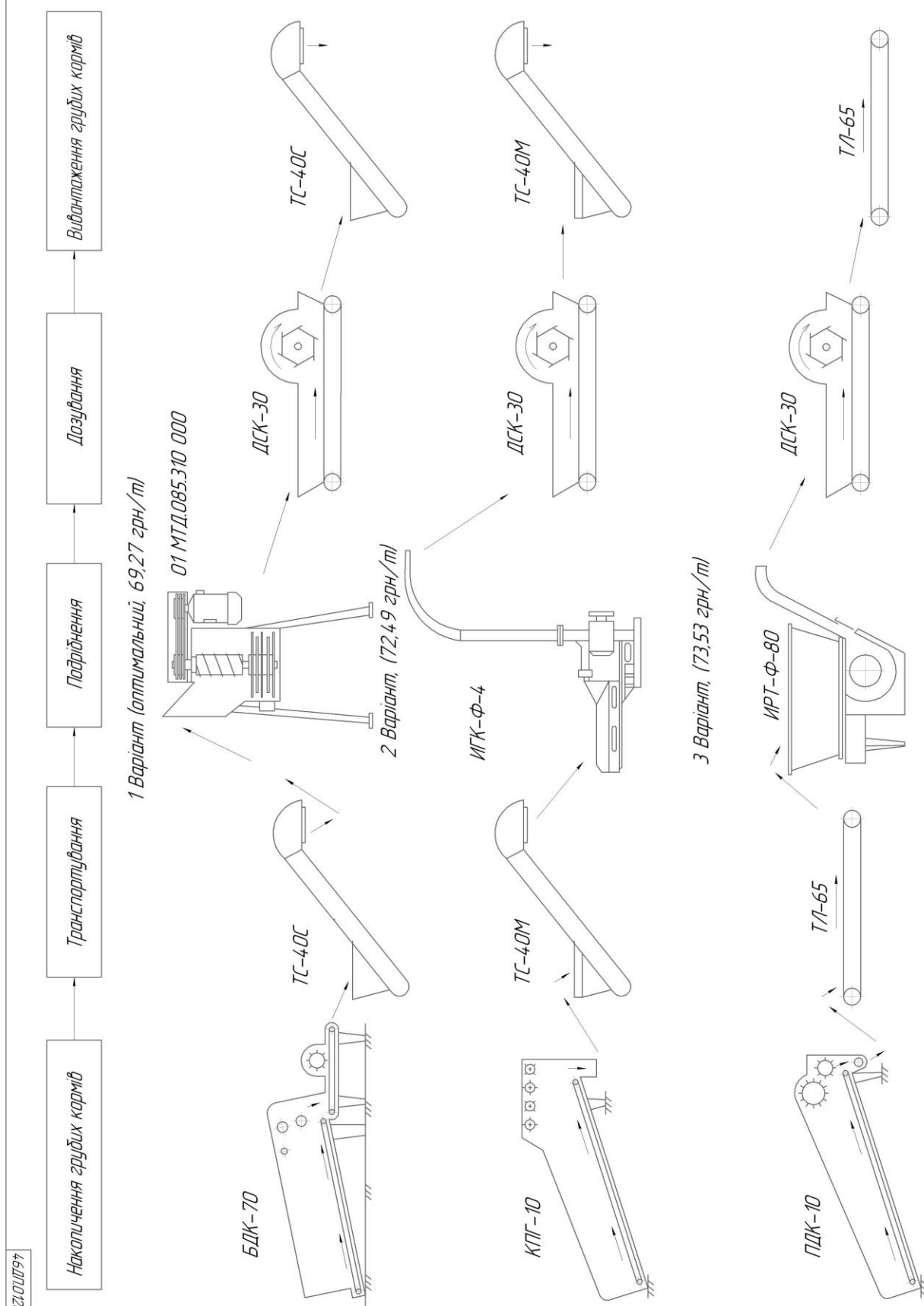
Удосконалення механізованої технологічної лінії приготування кормів для ферми великої рогатої худоби з розробкою подрібнювача-змішувача кормів

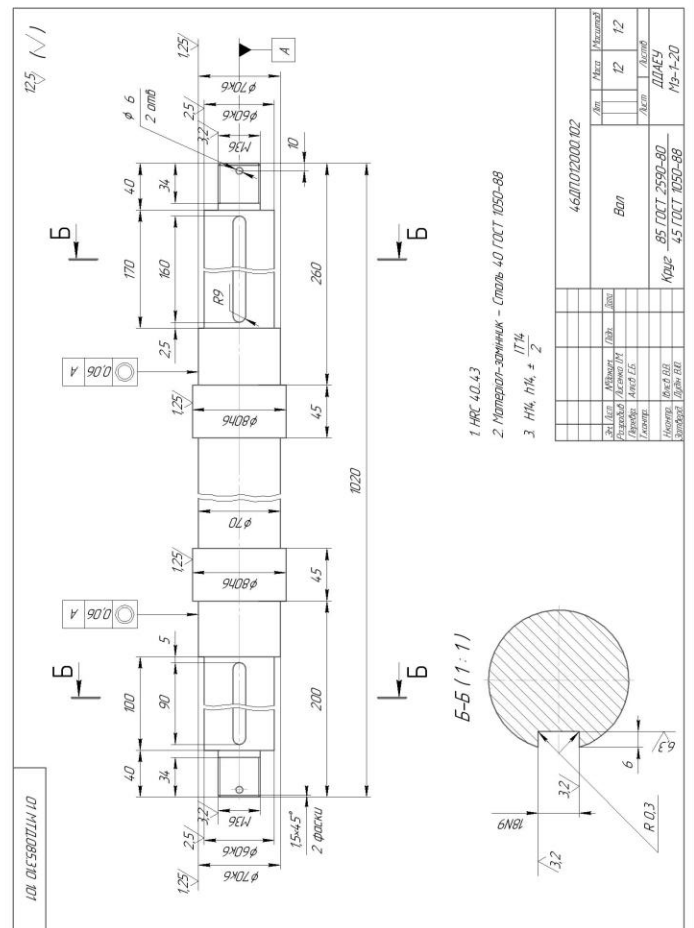
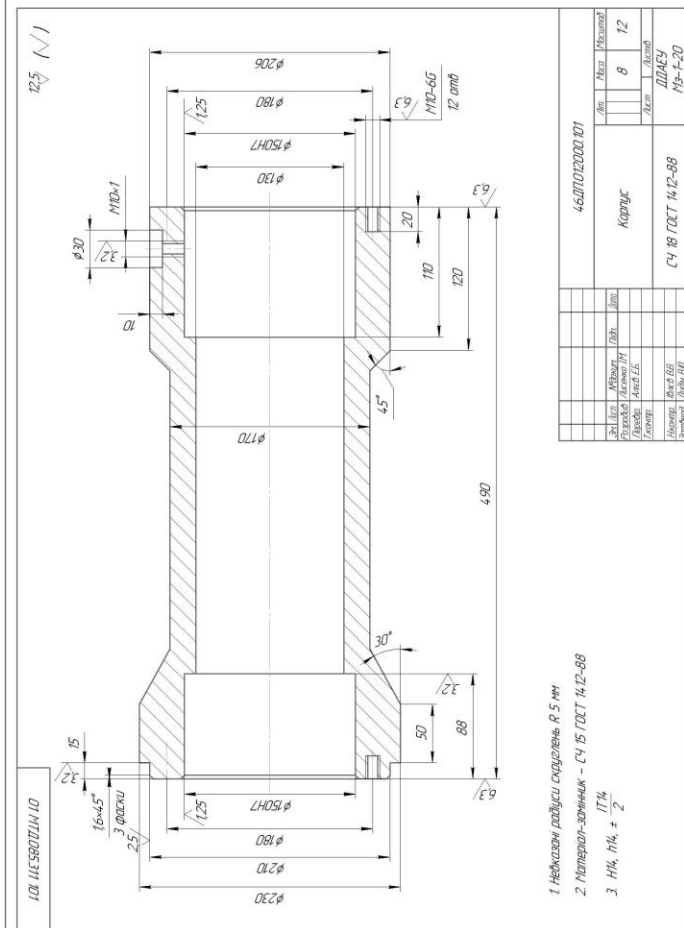
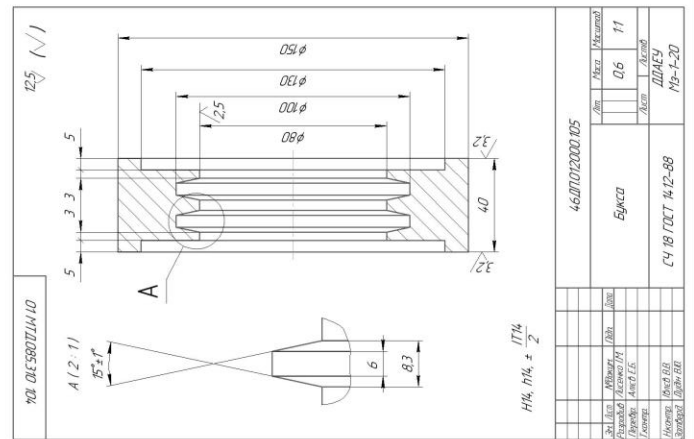
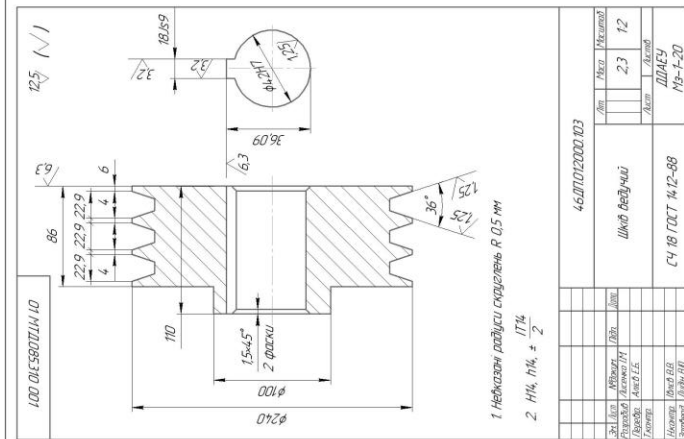
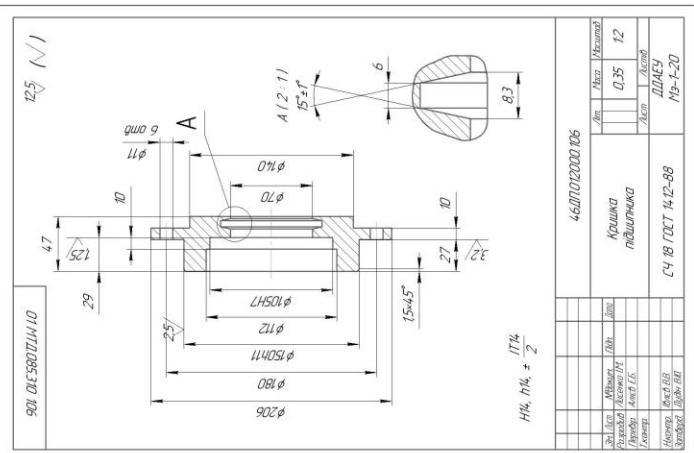
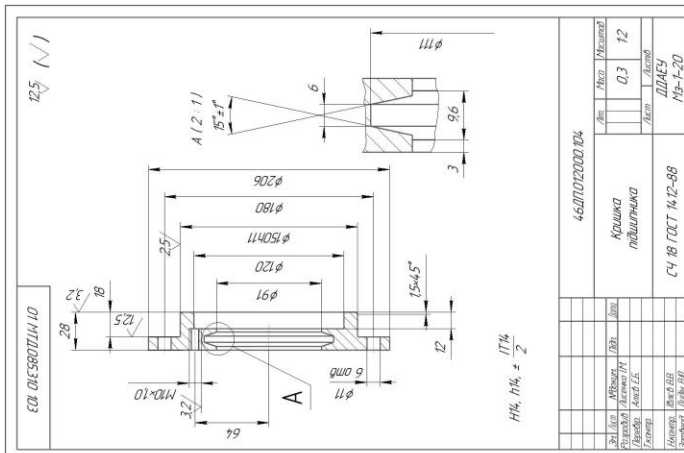
Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 5 курсу, групи Мз-1-20 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Лисенко Ігор Миколайович

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

Дніпро, 2025

[illegible]

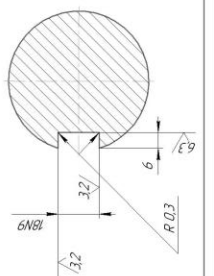


1 НР 40.4.3

2 Материал-заказчик - Статья 40 ГОСТ 1050-88

3 H14, h14, ± 2

Б-Б (1:1)



4601012000000001E

Марка машини	Продуктивність машини, т/год.	Кількість робочих, обслуговуючих машин, люд.	Годинна тарифна ставка, грн	Потужність електродвигуна, кВт	Вартість кВт·год електроенергії, грн	Балансова вартість машини, грн	Норма щорічних амортизаційних відрахувань, %	Затрати на поточний ремонт ! ТО, %	Приведені експлуатаційні витрати, грн
Варіант 1									
БДК-70	2	1	125	11	8	650000	5	5	191055
ТС-40С	10	1	125	1,5	8	600000	5	5	157910
Подрібнювач-змішувач	2,3	1	125	18,5	8	360000	5	5	120415
ДСК-30	5	1	125	1,7	8	1700000	5	5	433260
ТС-40С	10	1	125	1,5	8	600000	5	5	157910
Приведені експлуатаційні витрати лінії, грн									1060550
Питомі приведені витрати лінії, грн/т									3465,85
Варіант 2									
КПГ-10	2	1	125	6	8	675000	5	5	193015
ТС-40М	10	1	125	1,8	8	685000	5	5	175380
ИГК-Ф-4	5	1	125	46,1	8	237500	5	5	132815
ДСК-30	5	1	125	1,7	8	1700000	5	5	433260
ТС-40М	10	1	125	1,8	8	685000	5	5	175380
Приведені експлуатаційні витрати лінії, грн									1109850
Питомі приведені витрати лінії, грн/т									3626,96
Варіант 3									
ПДК-10	2	1	2,5	4	8	660000	5	5	187580
ТЛ-65	10	1	2,5	2,1	8	725000	5	5	185440
ИРТ-Ф-80	5	1	2,5	58,8	8	225000	5	5	134095
ДСК-30	5	1	2,5	1,7	8	1700000	5	5	433260
ТЛ-65	10	1	2,5	2,1	8	725000	5	5	185440
Приведені експлуатаційні витрати лінії, грн									1125815
Питомі приведені витрати лінії, грн/т									3679,13
Економічний ефект (в порівнянні з варіантом 2), грн									49300
Строк окупності (в порівнянні з варіантом 2), рік									1,47
Економічний ефект (в порівнянні з варіантом 3), грн									65265
Строк окупності (в порівнянні з варіантом 3), рік									1,91

4601012000000001E									
Рік	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Витрати									
Експлуатаційні									
Витрати									
Витрати									
Витрати									
Витрати									
Витрати									
Витрати									
Витрати									
Витрати									