

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Удосконалення технологічного процесу видалення гною
на молочно-товарній фермі**

Виконав: здобувач вищої освіти 3 курсу, групи АІ-1-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Рябошапка Ігор Миколайович

Керівник: _____ Трипутень Микола Мусійович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

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

Кафедра інжинірингу технічних систем

Рівень вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
інжинірингу технічних систем
(назва кафедри)
доцент
(вчене звання)
Дудін В.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«05» травня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Рябошапка Ігор Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі

керівник проєкту Трипутень Микола Мусійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання здобувачем проєкту 07.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для прибирання гною на фермах ВРХ. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика галузі тваринництва. 2. Проект механізації технологічної лінії видалення гною. 3. Розробка транспортеру для видалення гною. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Висновки. Бібліографія

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема (А1). 2. Загальний вигляд (А1). 3. Складальне креслення (А1). 4. Цапфа (А4). 5. Кришка (А4). 6. Виток (А4). 7. Втулка (А4). 8. Зірочка (А3). 9. Вісь (А3). 10. Охорона праці (А1). 11. Економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Трипутень М.М., доцент		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р. .

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

_____ (підпис)

Рябошапка І.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Трипутень М.М.

_____ (прізвище та ініціали)

[illegible]

Затверд.	Дудін			проекту	ДДАЕУ ДІ-1-
----------	-------	--	--	---------	-------------

АНОТАЦІЯ

Рябошапка І.М. Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У дипломному проєкті розглянуто удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі СФГ «Таврія» з поголів'ям 200 корів зі шлейфом. Проаналізовано умови утримання великої рогатої худоби, існуючий рівень механізації ферми та особливості роботи гноєприбиральної лінії.

Обґрунтовано необхідність підвищення ефективності процесу видалення гною в умовах прив'язного утримання корів. Запропоновано використання удосконаленого шнекового гноєзбирального транспортера, який забезпечує рівномірне переміщення гнойової маси, зменшує потребу в ручному очищенні та покращує санітарний стан приміщення.

У роботі виконано технологічні та конструктивні розрахунки, розглянуто питання охорони праці під час експлуатації обладнання, а також проведено економічну оцінку запропонованого удосконалення. Встановлено, що впровадження розробленого рішення сприяє зниженню трудомісткості процесу, підвищенню надійності роботи обладнання та покращенню умов утримання тварин.

Ключові слова: молочно-товарна ферма, велика рогата худоба, видалення гною, прив'язне утримання, гноєзбиральний транспортер, шнек, механізація, охорона праці, економічна ефективність.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА	10
1.1 Загальні відомості про підприємство	10
1.2 Характеристика тваринництва	11
1.3 Спосіб та технологія утримання ВРХ	14
1.4 Механізація робіт на фермі ВРХ	16
1.5 Обґрунтування теми дипломного проекту	18
1.6 Висновки	20
2 ПРОЕКТ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ	22
2.1 Постановка завдання на проектування	22
2.1.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги до процесу	22
2.1.2 Технічне завдання	23
2.2 Вибір технології та варіантів механізації лінії	25
2.3 Визначення продуктивності технологічного процесу	26
2.4 Вибір засобів механізації і розрахунок потреби в них	28
2.5 Розрахунок кількості гноєсховищ	32
2.6 Робота запроектованої лінії	34
2.7 Висновки	35
3 РОЗРОБКА ТРАНСПОРТЕРУ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ	37
3.1 Актуальність питання	37
3.2 Вимоги до процесу та вихідні дані	38
3.3 Аналіз існуючих засобів видалення гною	39
3.4 Розробка варіанту удосконалення	40

	7
3.4.1 Розробка технологічної схеми	40
3.4.2 Розрахунок кінематики транспортера	41
3.4.3 Розрахунки елементів на міцність	44
3.5 Правила експлуатації та обслуговування	48
3.6 Висновки	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	51
4.1 Загальні вимоги охорони праці при видаленні гною на фермі ВРХ	51
4.2 Інструкція з охорони праці для оператора розробленого транспортера	53
4.3 Висновки	55
5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	57
5.1 Вихідні дані	57
5.2 Результати економічної оцінки	58
5.3 Висновки	61
ВИСНОВКИ	62
БІБЛІОГРАФІЯ	64
ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Молочне скотарство є однією з важливих галузей тваринництва, яка забезпечує населення цінною харчовою продукцією та формує стабільну сировинну базу для переробної промисловості. Ефективність роботи молочно-товарних ферм значною мірою залежить не лише від рівня продуктивності тварин, якості годівлі та організації доїння, а й від стану виробничого середовища, санітарно-гігієнічних умов утримання худоби та рівня механізації трудомістких процесів.

Одним із найбільш важливих і водночас трудомістких процесів на фермах великої рогатої худоби є видалення гною. У процесі утримання тварин щоденно утворюється значна кількість гнойової маси, яка потребує своєчасного прибирання, транспортування та складування. Несвоєчасне або неякісне видалення гною призводить до погіршення мікроклімату в приміщеннях, підвищення вологості, накопичення шкідливих газів, забруднення стійл, проходів і тварин. Це негативно впливає на здоров'я худоби, якість молока, продуктивність праці персоналу та загальну культуру виробництва.

Особливо актуальним це питання є для молочно-товарних ферм із прив'язним способом утримання корів. За такої технології гній накопичується безпосередньо у гнойових каналах за стійлами, а якість їх очищення значною мірою залежить від технічного стану та конструктивної досконалості гноєприбирального обладнання. Традиційні скребкові або ланцюгово-скребкові транспортери не завжди забезпечують достатню повноту очищення каналів, особливо за наявності підстилки, залишків грубих кормів, підвищеної вологості гнойової маси та нерівномірного її надходження. У результаті виникає потреба у додатковому ручному доочищенні, збільшуються витрати праці, підвищується навантаження на обслуговуючий персонал і зростають експлуатаційні витрати.

У зв'язку з цим удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі є актуальним завданням. Воно має бути спрямоване на підвищення надійності роботи обладнання, зменшення трудомісткості процесу,

покращення санітарного стану приміщень та забезпечення стабільної роботи ферми впродовж усього виробничого циклу.

Метою дипломного проєкту є підвищення ефективності технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі шляхом удосконалення гноєзбирального транспортера для умов прив'язного утримання великої рогатої худоби.

Для досягнення поставленої мети у дипломному проєкті передбачено вирішення таких завдань: надати характеристику тваринницької галузі господарства; проаналізувати спосіб утримання великої рогатої худоби та існуючий рівень механізації ферми; визначити добовий вихід гною та потребу в засобах механізації; обґрунтувати технологічну схему видалення гною; запропонувати варіант удосконалення гноєзбирального транспортера; виконати розрахунки основних параметрів розробленого обладнання; розглянути питання охорони праці під час експлуатації транспортера; виконати економічну оцінку запропонованого технічного рішення.

Під час виконання дипломного проєкту використано методи технологічного аналізу виробничого процесу, інженерних розрахунків машин і обладнання для тваринництва, порівняльної оцінки варіантів механізації, а також методи економічного обґрунтування ефективності впровадження удосконалення.

Таким чином, тема дипломного проєкту є актуальною для умов сучасних молочно-товарних ферм, оскільки спрямована на розв'язання практичного виробничого завдання — удосконалення механізованого видалення гною, поліпшення умов утримання тварин і підвищення ефективності роботи ферми.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА

1.1 Загальні відомості про підприємство

С(Ф)Г «ТАВРІЯ» розташоване у Дніпропетровській області, Синельниківському районі, село Гаврилівка. За умовами дипломного проєкту господарство розглядається як багатогалузеве сільськогосподарське підприємство, у структурі якого провідне місце займає молочне скотарство. Основним виробничим напрямом тваринницької галузі є утримання великої рогатої худоби молочного напрямку продуктивності з одержанням молока та вирощуванням ремонтного молодняка.

Підприємство має земельні угіддя, які використовуються для вирощування кормових культур, зернових і частково технічних культур. Кормова база формується переважно за рахунок власного виробництва силосу, сінажу, сіна, зернофуражу та соломи. Це дає змогу зменшити залежність ферми від зовнішніх постачальників кормів і забезпечити більш стабільну роботу галузі тваринництва протягом року.

Молочно-товарна ферма господарства розрахована на утримання 200 корів зі шлейфом. До складу шлейфу входить ремонтний молодняк різних вікових груп, нетелі та телята. Загальна чисельність поголів'я за умовами проєкту прийнята 340 голів. Основне виробниче приміщення — типовий корівник на 200 корів із прив'язним способом утримання. Таке планувальне рішення є поширеним для господарств середньої потужності та дозволяє організувати індивідуальний догляд за тваринами, контроль годівлі, доїння і санітарного стану стійл.

Організація виробництва на фермі має сезонні особливості. У літній період частина раціону формується із зелених кормів, а в зимово-стійловий період основне значення мають силос, сінаж, сіно та концентровані корми. Водночас незалежно від сезону на фермі постійно утворюється значна кількість гною, що потребує своєчасного видалення з приміщення, транспортування та складування.

Таблиця 1.1 – Загальна характеристика С(Ф)Г «ТАВРІЯ»

Показник	Значення
Назва підприємства	С(Ф)Г «ТАВРІЯ»
Місце розташування	Дніпропетровська обл., Синельниківський р-н, с. Гаврилівка
Виробничий напрям	Молочне скотарство, вирощування ремонтного молодняку
Проектна кількість корів	200 голів
Загальне поголів'я ВРХ зі шлейфом	340 голів
Спосіб утримання корів	Прив'язний
Тип основного приміщення	Корівник на 200 голів
Середньорічний надій на корову	6200 кг
Орієнтовний валовий надій молока за рік	1240 т
Основні корми	Силос, сінаж, сіно, солома, концентрати
Основний напрям удосконалення	Технологічний процес видалення гною

Санітарний стан корівника безпосередньо впливає на продуктивність тварин, якість молока, мікроклімат у приміщенні та умови праці обслуговуючого персоналу. Тому ефективність системи видалення гною є одним із важливих чинників стабільної роботи молочно-товарної ферми.

1.2 Характеристика тваринництва

Тваринництво у СФГ «ТАВРІЯ» представлено молочним скотарством. Основне поголів'я становлять корови молочного напрямку продуктивності, від яких

отримують товарне молоко. Крім основного стада, на фермі утримується ремонтний молодняк, необхідний для поновлення продуктивного стада та підтримання стабільної структури поголів'я.

За умовами проєкту структура стада прийнята такою: 200 корів, 55 нетелей та телиць старшого віку, 35 голів молодняку віком від 6 до 12 місяців, 45 телят до 6 місяців і 5 бугаїв або вибракуваних тварин на відгодівлі. Така структура відповідає молочній фермі середньої потужності, де поряд із виробництвом молока здійснюється власне відтворення стада.

Таблиця 1.2 – Структура поголів'я ВРХ на фермі

Група тварин	Кількість, голів	Частка у загальному поголів'ї, %
Корови	200	58,8
Нетелі та телиці старшого віку	55	16,2
Молодняк 6–12 місяців	35	10,3
Телята до 6 місяців	45	13,2
Інші групи тварин	5	1,5
Разом	340	100,0

Основним видом продукції ферми є молоко. Середньорічний надій на одну корову умовно прийнято на рівні 6200 кг. За поголів'я 200 корів орієнтовний валовий надій становить 1240 т молока на рік. Такий рівень продуктивності є досяжним за умови повноцінної годівлі, належного ветеринарного обслуговування, підтримання оптимального мікроклімату та своєчасного виконання технологічних операцій.

Технологія виробництва молока включає такі основні операції: підготовка та роздавання кормів, напування, доїння, первинна обробка молока, прибирання гною, догляд за тваринами, ветеринарно-профілактичні заходи. Серед цих операцій видалення гною займає особливе місце, оскільки має щоденний характер,

потребує значних витрат праці та безпосередньо пов'язане із санітарно-гігієнічними умовами утримання тварин.

Орієнтовне утворення гною залежить від віку, живої маси, продуктивності тварин, способу утримання, виду підстилки та раціону. Для умов ферми прийнято, що від однієї корови утворюється близько 55 кг гнойової маси на добу, від нетелей і телиць — близько 28 кг, від молодняку 6–12 місяців — 18 кг, від телят — 10 кг. Орієнтовний добовий вихід гною наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Орієнтовний добовий вихід гною на фермі

Група тварин	Кількість, голів	Добовий вихід від однієї голови, кг	Загальний вихід, кг/добу
Корови	200	55	11000
Нетелі та телиці	55	28	1540
Молодняк 6–12 місяців	35	18	630
Телята до 6 місяців	45	10	450
Інші групи тварин	5	35	175
Разом	340	—	13795

Отже, на фермі щодоби утворюється приблизно 13,8 т гною. За рік ця кількість становить близько 5035 т. Такий обсяг потребує раціональної організації технологічного процесу видалення, транспортування та зберігання гною. Несвоєчасне очищення приміщення призводить до погіршення мікроклімату, підвищення вологості, накопичення шкідливих газів, забруднення тварин і підвищення ризику захворювань кінцівок та вимені.

Для молочного скотарства важливим є не лише отримання високих надоїв, а й забезпечення комфортних умов утримання тварин. У прив'язних корівниках санітарний стан стійл і гнойових каналів значною мірою залежить від справності

та продуктивності засобів механізованого прибирання. Тому удосконалення системи видалення гною є актуальним напрямом підвищення ефективності роботи ферми.

1.3 Спосіб та технологія утримання ВРХ

На молочно-товарній фермі СФГ «ТАВРІЯ» за умовами проєкту застосовується прив'язний спосіб утримання корів. Основне приміщення — типовий корівник на 200 голів. Тварини розміщуються у стійлах, обладнаних годівницями, напувалками, прив'язями та гнойовими каналами. Утримання здійснюється у стійловий період протягом більшої частини року, а в теплу пору можливе використання вигульних майданчиків.

Прив'язний спосіб утримання має свої переваги та недоліки. До переваг можна віднести можливість індивідуального обліку продуктивності, контролю стану тварин, нормованої годівлі та проведення ветеринарних заходів. Недоліками є підвищена трудомісткість обслуговування, обмеження рухової активності тварин і необхідність регулярного очищення стійл та гнойових каналів.

Корівник має дворядне розміщення стійл із центральним кормовим проходом і гнойовими проходами вздовж стійл. Корм роздається у годівниці, розташовані біля кормового проходу. Гній із зони утримання тварин потрапляє у гнойові канали, звідки видаляється механізованими транспортерами або скреперними установками.

Умовна схема організації технологічних зон у корівнику включає: кормовий прохід; ряди стійл для корів; гнойові канали; проходи для обслуговування тварин; поперечний канал або приймальний приямок; вихід до гноєсховища або майданчика тимчасового накопичення.

Основні параметри типового корівника прийнято умовно та наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 –Параметри корівника на 200 голів

Показник	Значення
Місткість приміщення	200 корів
Спосіб утримання	Прив'язний
Кількість рядів стійл	2
Довжина стійла	1,7–1,9 м
Ширина стійла	1,1–1,2 м
Ширина кормового проходу	3,0–3,5 м
Ширина гнойового проходу	1,5–1,8 м
Спосіб напування	Автоматичні напувалки
Спосіб доїння	Молокопровідна або переносна доїльна установка
Спосіб видалення гною	Механізований, скребковими транспортерами

Технологія утримання корів передбачає щоденне виконання комплексу робіт. У ранковий і вечірній час проводиться доїння. Годівля здійснюється згідно з раціоном, сформованим відповідно до продуктивності та фізіологічного стану тварин. Напування забезпечується автоматичними напувалками. Очищення стійл і гнойових каналів виконується регулярно, оскільки у прив'язному корівнику гній накопичується безпосередньо за тваринами.

Гній у приміщенні має неоднорідний склад. Він містить тверді та рідкі виділення тварин, залишки підстилки, частинки корму і воду, що потрапляє під час прибирання. За таких умов робочі органи транспортера працюють у складному середовищі. Висока вологість, наявність соломи, нерівномірність надходження

гноювої маси та можливе потрапляння сторонніх предметів спричиняють підвищене навантаження на елементи приводу, ланцюги, скребки та напрямні.

Для забезпечення належного санітарного стану приміщення видалення гною повинно виконуватися не менше двох разів на добу. У разі затримки очищення гнойових каналів погіршуються умови утримання тварин, підвищується забруднення кінцівок і вимені, збільшується вологість повітря та посилюється запах у приміщенні. Це негативно впливає як на продуктивність тварин, так і на умови праці операторів.

Таким чином, прив'язний спосіб утримання корів у типовому корівнику на 200 голів потребує надійної та продуктивної системи механізованого видалення гною. Саме ця операція є однією з найбільш трудомістких у щоденному обслуговуванні молочно-товарної ферми.

1.4 Механізація робіт на фермі ВРХ

Рівень механізації робіт на молочно-товарній фермі визначає продуктивність праці, стабільність технологічного процесу та якість виконання основних операцій. На фермі СФГ «ТАВРІЯ» механізація застосовується під час приготування та роздавання кормів, напування, доїння, первинної обробки молока, видалення гною та транспортування вантажів.

Годівля корів організована з використанням мобільних або причіпних кормороздавачів. Корми подаються у кормовий прохід і розподіляються вздовж годівниць. Концентровані корми можуть задаватися окремо залежно від продуктивності тварин. Напування здійснюється за допомогою автоматичних напувалок, підключених до внутрішньої водопровідної мережі ферми.

Доїння корів виконується механізовано. За умовами проєкту прийнято використання молокопроводної доїльної установки. Молоко після доїння надходить у молочне відділення, де проходить фільтрацію, охолодження та короткочасне зберігання до вивезення або подальшої реалізації.

Видалення гною здійснюється механізованим способом. У типовому прив'язному корівнику для цього використовуються скребкові або ланцюгово-скребкові транспортери, розміщені у гнойових каналах. Гній переміщується вздовж приміщення до поперечного каналу або приймального напрямка, після чого транспортується до місця тимчасового накопичення або гноєсховища.

Умовний перелік машин та обладнання, що застосовуються на фермі, наведено в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Механізація основних виробничих процесів на фермі

Технологічний процес	Машини та обладнання	Рівень механізації
Заготівля та підвезення кормів	Тракторні агрегати, причеми, навантажувач	Частково механізований
Роздавання кормів	Мобільний кормороздавач	Механізований
Напування тварин	Автоматичні напувалки	Механізований
Доїння	Молокопровідна доїльна установка	Механізований
Охолодження молока	Молокоохолоджувач	Механізований
Видалення гною	Скребковий гноєприбиральний транспортер	Механізований
Транспортування гною до сховища	Приймальнийпрямок, насос або тракторний причіп	Частково механізований
Прибирання проходів	Ручний інвентар, мала механізація	Частково механізований

Найбільш проблемним процесом на фермі є видалення гною. Незважаючи на використання механізованих засобів, значна частина допоміжних операцій залишається трудомісткою. До таких операцій належать очищення зон біля стійл,

усунення забивань у гнойових каналах, контроль роботи транспортера, очищення приводної та натяжної станцій, прибирання залишків гною після проходу скребків.

Особливістю роботи гноєприбирального обладнання є те, що воно функціонує в агресивному середовищі. Волога, аміачні сполуки, залишки соломи та нерівномірне навантаження спричиняють корозію металевих елементів, розтягування ланцюгів, спрацювання скребків і підвищення енергоспоживання. У разі несвоєчасного технічного обслуговування виникають простой, які швидко призводять до погіршення санітарного стану корівника.

Для ферми з поголів'ям 200 корів зі шлейфом добовий обсяг гною є значним, тому система видалення повинна мати достатню продуктивність, надійність і простоту обслуговування. Існуюча технологія потребує удосконалення з метою зменшення трудових витрат, підвищення повноти очищення гнойових каналів, зниження аварійності та покращення умов праці персоналу.

1.5 Обґрунтування теми дипломного проєкту

Тема дипломного проєкту — «Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі» — є актуальною для умов СФГ «ТАВРІЯ», оскільки процес прибирання гною належить до щоденних, обов'язкових і трудомістких операцій у молочному скотарстві. Від своєчасності та якості його виконання залежить санітарний стан приміщення, мікроклімат, здоров'я тварин, якість молока та продуктивність праці операторів.

На фермі з прив'язним утриманням 200 корів основна маса гною накопичується у гнойових каналах за стійлами. За добу утворюється близько 13,8 т гнойової маси, а за рік — понад 5000 т. Такі обсяги неможливо ефективно видаляти ручним способом, тому застосування механізованих засобів є обов'язковою умовою нормальної роботи ферми.

Разом з тим існуюча система видалення гною має низку недоліків. Найбільш характерними з них є: неповне очищення гнойових каналів після проходу

скребків; підвищене спрацювання ланцюгових передач і робочих органів; нерівномірне переміщення гнойової маси; можливість забивання каналів соломною та залишками кормів; значні витрати ручної праці на допоміжне очищення; погіршення умов праці через вологість, запахи та забруднення проходів; зростання витрат на ремонт і технічне обслуговування обладнання.

Особливої уваги потребує робота скребкового транспортера у гнойовому каналі. У процесі експлуатації скребки не завжди забезпечують щільне прилягання до дна та стінок каналу, через що частина гною залишається у важкодоступних зонах. Це призводить до накопичення залишків, збільшення вологості, підвищення концентрації шкідливих газів і необхідності додаткового ручного очищення.

Удосконалення технологічного процесу видалення гною доцільно спрямувати на підвищення ефективності роботи гноєприбирального обладнання. Зокрема, перспективним є покращення конструкції робочого органу скребкового транспортера, оптимізація його взаємодії з гнойовим каналом, підвищення надійності переміщення гнойової маси та зменшення залишкового шару після очищення.

Очікуваний ефект від удосконалення полягає у зниженні трудомісткості прибирання, підвищенні санітарного стану корівника, скороченні простоїв обладнання, зменшенні витрат на ручну працю та покращенні умов утримання тварин. Крім того, більш якісне видалення гною сприятиме зменшенню вологості в приміщенні, зниженню забрудненості стійл і проходів, а також поліпшенню загальної культури виробництва молока.

Основні передумови вибору теми дипломного проєкту наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Передумови удосконалення процесу видалення гною

Передумова	Вплив на роботу ферми
Значний добовий вихід гною	Потребує продуктивної та надійної системи видалення

Передумова	Вплив на роботу ферми
Прив'язний спосіб утримання	Гній накопичується безпосередньо за стійлами
Наявність ручних допоміжних операцій	Збільшує трудомісткість і витрати праці
Спрацювання робочих органів транспортера	Знижує якість очищення каналів
Нерівномірність складу гноювої маси	Ускладнює транспортування і може спричиняти забивання
Погіршення санітарного стану при затримці очищення	Негативно впливає на тварин і персонал
Потреба у зниженні експлуатаційних витрат	Вимагає техніко-економічного обґрунтування удосконалення

Таким чином, вибрана тема дипломного проєкту відповідає реальним виробничим потребам молочно-товарної ферми. Її розробка дозволить обґрунтувати технічне рішення, спрямоване на підвищення ефективності механізованого видалення гною в умовах прив'язного утримання корів.

1.6 Висновки

У першому розділі наведено загальну характеристику СФГ «ТАВРІЯ», яке за умовами дипломного проєкту розташоване у селі Гаврилівка Синельниківського району Дніпропетровської області та має молочно-товарну ферму на 200 корів зі шлейфом. Загальна чисельність поголів'я ВРХ прийнята 340 голів.

Встановлено, що основним виробничим напрямом ферми є молочне скотарство. Середньорічний надій на одну корову умовно прийнято 6200 кг, що забез-

печує орієнтовний валовий надій молока 1240 т на рік. Разом з тим функціонування ферми супроводжується щоденним утворенням значної кількості гною — близько 13,8 т на добу.

Розглянуто прив'язний спосіб утримання корів у типовому корівнику на 200 голів. Визначено, що за такої технології гній накопичується у гнойових каналах безпосередньо за стійлами, тому якість та своєчасність його видалення мають важливе значення для санітарного стану приміщення, здоров'я тварин і умов праці персоналу.

Проаналізовано рівень механізації основних робіт на фермі. Встановлено, що більшість технологічних процесів механізовано, однак процес видалення гною потребує удосконалення через наявність ручних допоміжних операцій, спрацювання робочих органів транспортера, нерівномірність переміщення гнойової маси та неповне очищення каналів.

Обґрунтовано актуальність теми дипломного проекту, яка полягає у необхідності підвищення ефективності технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі. Подальша розробка має бути спрямована на удосконалення гноєприбирального обладнання, зменшення трудомісткості процесу, покращення санітарних умов у корівнику та зниження експлуатаційних витрат.

2 ПРОЕКТ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ

2.1 Постановка завдання на проектування

2.1.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги до процесу

Проектування механізованої лінії видалення гною виконується для молочно-товарної ферми СФГ «Таврія», розташованої у Дніпропетровській області, Синельниківському районі, село Гаврилівка. За умовами дипломного проекту ферма має типовий корівник на 200 корів із прив'язним способом утримання, а загальна чисельність великої рогатої худоби зі шлейфом прийнята 340 голів. Вихідні дані мають навчально-проектний характер і прийняті для розрахункового обґрунтування технологічної лінії.

Основним завданням лінії є регулярне видалення гною з гнойових каналів корівника, подача його до поперечного транспортера, завантаження у транспортні засоби та переміщення до гноєсховища. Процес повинен забезпечувати санітарний стан приміщення, зменшення ручної праці, скорочення тривалості прибирання та стабільну роботу обладнання у вологому й агресивному середовищі.

Зоотехнічні вимоги до процесу видалення гною полягають у тому, що очищення гнойових каналів повинно виконуватися не рідше двох разів на добу; залишковий шар гною після проходження робочих органів має бути мінімальним; робота обладнання не повинна травмувати тварин і створювати небезпечні умови для обслуговуючого персоналу; переміщення гнойової маси повинно здійснюватися без розбризкування та без значного накопичення у каналах. Такі вимоги відповідають загальним положенням технологічного проектування тваринницьких підприємств і рекомендаціям щодо механізації ферм ВРХ [1–4].

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для проектування лінії видалення гною

Показник	Умовне позначення	Значення
Кількість корів	n_k	200 голів
Загальне поголів'я ВРХ зі шлейфом	$n_{\text{заг}}$	340 голів
Спосіб утримання корів	—	прив'язний
Тип приміщення	—	корівник на 200 голів
Кратність видалення гною	z	2 рази/добу
Середня густина гнойової маси	ρ	0,90 т/м ³
Коефіцієнт нерівномірності надходження гною	k_n	1,15
Тривалість одного циклу очищення	$t_{\text{оч}}$	0,50 год
Тривалість накопичення гною у сховищі	D	180 діб

Планувальне рішення корівника і розташування основного технологічного обладнання прийнято за наданим планом-прив'язкою. На схемі передбачені гнойові канали вздовж рядів стійл, поздовжні транспортери, поперечні канали та місце вивантаження гнойової маси у транспортні засоби.

2.1.2 Технічне завдання

Технічним завданням передбачено розробити технологічну лінію видалення гною для прив'язного корівника на 200 корів зі шлейфом. Лінія повинна

забезпечувати приймання гною з гнойових каналів, його переміщення поздовжніми транспортерами, подачу на поперечні транспортери та завантаження у тракторні причеми для транспортування до гноєсховища.

До складу проекрованої лінії приймаються: поздовжні скребкові транспортери, поперечні скребкові транспортери, приймальна зона вивантаження, транспортні засоби для вивезення гною, гноєсховище секційного типу, електроприводи, апаратура керування і захисту. Кількість обладнання визначається за продуктивністю процесу та за плануванням корівника.

Основними критеріями вибору машин є відповідність потрібній продуктивності, простота технічного обслуговування, можливість роботи з гноєм, що містить підстилку, невисока енергоємність, надійність приводу та ремонтпридатність в умовах господарства. Лінія повинна працювати за щоденним графіком, не порушуючи процесів годівлі та доїння тварин.

Таблиця 2.2 – Проектні вимоги до лінії видалення гною

Вимога	Прийняте проектне рішення
Повнота очищення каналів	використання скребкових транспортерів у кожному гнойовому каналі
Регулярність видалення гною	два цикли прибирання на добу
Зменшення ручної праці	подача гною транспортерами до місця механізованого завантаження
Стійкість до підстилкового гною	робочі органи скребкового типу з підвищеною прохідністю
Надійність експлуатації	окремі електроприводи, захист від перевантаження, доступні вузли ТО
Безпечність для персоналу	закриття приводів, аварійне вимикання, огороження рухомих частин

2.2 Вибір технології та варіантів механізації лінії

Для ферми з прив'язним утриманням корів можуть застосовуватися кілька способів видалення гною: ручне очищення з використанням інвентарю, мобільне прибирання тракторними агрегатами, гідрозмив, скреперні установки та ланцюгово-скребкові транспортери. Кожний варіант має певну область застосування, яка залежить від конструкції приміщення, виду підстилки, вологості гнойової маси і добового обсягу утворення гною [2, 4, 5].

Ручне очищення для ферми на 200 корів є недоцільним через значну трудомісткість і неможливість стабільно підтримувати належний санітарний стан приміщення. Гідрозмив потребує великої кількості води, складної системи каналів і резервуарів, а також утворює рідку масу, що ускладнює її подальше зберігання. Мобільне прибирання ефективно для відкритих майданчиків і безприв'язних приміщень, але у типовому прив'язному корівнику воно обмежене розмірами проходів.

Найбільш доцільним для заданих умов є застосування ланцюгово-скребкових транспортерів, розміщених у гнойових каналах. Вони забезпечують механізоване переміщення напівтвердої гнойової маси, можуть працювати з підстилкою, мають просту конструкцію та добре узгоджуються з плануванням прив'язного корівника.

Таблиця 2.3 – Порівняння можливих способів видалення гною

Варіант	Переваги	Недоліки
Ручне прибирання	мінімальні початкові витрати	висока трудомісткість, низька санітарна стабільність
Мобільне прибирання трактором	універсальність, простота ремонту	потребує широких проходів, незручне у прив'язному корівнику
Гідрозмив	добра повнота очищення каналів	велика витрата води, складне зберігання рідкого гною

Варіант	Переваги	Недоліки
Скреперна установка	простота, можливість автоматизації	потребує рівних каналів, чутлива до перешкод
Ланцюгово-скребковий транспортер	надійне переміщення підстилкового гною, узгоджується з прив'язним утриманням	спрацювання ланцюгів і скребків, потреба в ТО

У подальших розрахунках приймається технологічна схема, за якою гній із чотирьох поздовжніх каналів переміщується поздовжніми транспортерами до поперечних каналів, після чого поперечними транспортерами подається до місця вивантаження у причіп. Така схема відповідає планувальному рішенню корівника на 200 голів і дозволяє розділити потік гною на кілька паралельних ліній, що зменшує навантаження на окремий транспортер.

2.3 Визначення продуктивності технологічного процесу

Добову кількість гною визначаємо за поголів'ям тварин і питомим добовим виходом гнойової маси від однієї голови відповідної вікової групи. У питомий вихід включено екскременти, сечу та середню кількість підстилки, що потрапляє у гнойовий канал.

$$G_{\text{доб}} = \sum n_i \cdot q_i \quad (2.1)$$

де $G_{\text{доб}}$ — добовий вихід гнойової маси на фермі, кг/добу; n_i — кількість тварин i -ої групи, голів; q_i — добовий вихід гною від однієї голови i -ої групи, кг/добу.

Таблиця 2.4 – Розрахунок добового виходу гною

Група тварин	Кількість, голів	Питомий вихід, кг/добу	Загальний вихід, кг/добу
Корови	200	55	11000
Нетелі та телиці	55	28	1540
Молодняк 6–12 місяців	35	18	630
Телята до 6 місяців	45	10	450
Інші групи тварин	5	35	175
Разом	340	—	13795

За даними таблиці 2.4 добовий вихід гнойової маси становить 13795 кг/добу, або 13,8 т/добу. Річний вихід гною визначаємо за формулою:

$$G_{\text{річ}} = 365 \cdot G_{\text{доб}} \quad (2.2)$$

де $G_{\text{річ}}$ — річний вихід гною, т/рік; 365 — кількість діб у році; $G_{\text{доб}}$ — добовий вихід гною, т/добу.

Після підстановки числових значень одержуємо: $G_{\text{річ}} = 365 \cdot 13,795 = 5035$ т/рік. Отже, навіть для ферми середньої потужності обсяг гнойової маси є значним і потребує стабільно працюючої механізованої лінії.

Кількість гною, яка видаляється за один цикл очищення, визначаємо з урахуванням кратності прибирання і коефіцієнта нерівномірності надходження маси у гнойові канали:

$$G_{\text{раз}} = \frac{G_{\text{доб}} \cdot k_{\text{н}}}{z} \quad (2.3)$$

де $G_{\text{раз}}$ — розрахункова маса гною за один цикл прибирання, т; k_n — коефіцієнт нерівномірності надходження гною; z — кількість циклів видалення гною за добу.

Для умов ферми приймаємо $k_n = 1,15$ і $z = 2$. Тоді $G_{\text{раз}} = 13,795 \cdot 1,15 / 2 = 7,93$ т. Саме цю кількість гнойової маси повинна надійно прийняти і перемістити технологічна лінія протягом одного циклу прибирання.

Потрібну продуктивність лінії визначаємо за масою гною, що видаляється за один цикл, і прийнятою тривалістю циклу очищення:

$$Q_{\text{потр}} = \frac{G_{\text{раз}}}{t_{\text{оч}}} \quad (2.4)$$

де $Q_{\text{потр}}$ — потрібна продуктивність технологічної лінії, т/год; $t_{\text{оч}}$ — допустима тривалість одного циклу очищення, год.

За $t_{\text{оч}} = 0,50$ год отримаємо $Q_{\text{потр}} = 7,93 / 0,50 = 15,86$ т/год. Ця продуктивність характеризує сумарну роботу всієї лінії за один цикл прибирання. Оскільки потік розподіляється між кількома поздовжніми транспортерами, потрібна продуктивність одного транспортера буде меншою.

2.4 Вибір засобів механізації і розрахунок потреби в них

Кількість поздовжніх транспортерів визначається плануванням корівника. Для дворядного прив'язного приміщення на 200 корів приймаємо чотири поздовжні гнойові канали, у яких встановлюються чотири ланцюгово-скребкові транспортери типу КСГ-7-02. Для передачі гною до зони вивантаження приймаємо два поперечні транспортери, що працюють по чергово або одночасно залежно від режиму прибирання.

Потрібну продуктивність одного поздовжнього транспортера визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{поз}} = \frac{G_{\text{раз}}}{n_{\text{поз}} \cdot t_{\text{поз}}} \quad (2.5)$$

де $Q_{\text{поз}}$ — потрібна продуктивність одного поздовжнього транспортера, т/год; $n_{\text{поз}}$ — кількість поздовжніх транспортерів; $t_{\text{поз}}$ — тривалість роботи поздовжнього транспортера за один цикл, год.

Приймаємо $n_{\text{поз}} = 4$ і $t_{\text{поз}} = 0,40$ год. Тоді $Q_{\text{поз}} = 7,93 / (4 \cdot 0,40) = 4,96$ т/год. Отже, кожний поздовжній транспортер повинен забезпечувати продуктивність не менше 5 т/год з урахуванням запасу на нерівномірність подачі.

Розрахункову продуктивність скребкового транспортера можна визначити за площею шару гнойової маси у каналі, швидкістю переміщення та коефіцієнтом заповнення:

$$Q_{\text{тр}} = 3,6 \cdot \rho \cdot b \cdot h \cdot v \cdot \varphi \quad (2.6)$$

де $Q_{\text{тр}}$ — розрахункова продуктивність транспортера, т/год; ρ — густина гнойової маси, кг/м³; b — робоча ширина каналу, м; h — середня висота шару гною, м; v — швидкість руху скребків, м/с; φ — коефіцієнт заповнення каналу.

Для поздовжнього транспортера приймаємо $\rho = 900$ кг/м³, $b = 0,80$ м, $h = 0,12$ м, $v = 0,08$ м/с, $\varphi = 0,25$. Тоді $Q_{\text{тр}} = 3,6 \cdot 900 \cdot 0,80 \cdot 0,12 \cdot 0,08 \cdot 0,25 = 6,22$ т/год. З урахуванням коефіцієнта використання 0,85 ефективна продуктивність становить 5,29 т/год, що перевищує потрібні 4,96 т/год.

Для поперечного транспортера потрібна продуктивність визначається з урахуванням того, що загальний потік гною розподіляється між двома поперечними лініями:

$$Q_{\text{поп}} = \frac{G_{\text{раз}}}{n_{\text{поп}} \cdot t_{\text{поп}}} \quad (2.7)$$

де $Q_{\text{поп}}$ — потрібна продуктивність одного поперечного транспортера, т/год; $n_{\text{поп}}$ — кількість поперечних транспортерів; $t_{\text{поп}}$ — тривалість роботи поперечного транспортера за один цикл, год.

За $n_{\text{поп}} = 2$ і $t_{\text{поп}} = 0,45$ год маємо $Q_{\text{поп}} = 7,93 / (2 \cdot 0,45) = 8,81$ т/год. Для поперечного транспортера приймаємо $b = 0,80$ м, $h = 0,20$ м, $v = 0,09$ м/с, $\varphi = 0,25$.

Розрахункова продуктивність за формулою (2.6) становить $Q_{\text{тр}} = 11,66$ т/год, а з урахуванням коефіцієнта використання $0,85 — 9,91$ т/год. Це забезпечує потрібну продуктивність із технологічним запасом.

Потужність електроприводу транспортера визначаємо за тяговим зусиллям і швидкістю руху робочого органу:

$$P_{\text{ел}} = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta} \quad (2.8)$$

де $P_{\text{ел}}$ — розрахункова потужність електроприводу, кВт; F — тягове зусилля, Н; v — швидкість руху робочого органу, м/с; η — коефіцієнт корисної дії приводу.

Тягове зусилля визначаємо з урахуванням довжини транспортера, маси ланцюга зі скребками, маси шару гною на одиницю довжини та коефіцієнта опору руху:

$$F = k_3 \cdot g \cdot L \cdot (m_{\text{л}} + \rho \cdot b \cdot h \cdot \varphi) \cdot f \quad (2.9)$$

де k_3 — коефіцієнт запасу; g — прискорення вільного падіння, м/с²; L — довжина транспортера, м; $m_{\text{л}}$ — погонна маса ланцюга зі скребками, кг/м; f — коефіцієнт опору переміщенню.

Для поздовжнього транспортера приймаємо $L = 70$ м, $m_{\text{л}} = 18$ кг/м, $k_3 = 1,25$, $f = 0,80$, $\eta = 0,85$. Тоді $F = 1,25 \cdot 9,81 \cdot 70 \cdot (18 + 900 \cdot 0,80 \cdot 0,12 \cdot 0,25) \cdot 0,80 = 27,2$ кН. За формулою (2.8) $P_{\text{ел}} = 27,2 \cdot 0,08 / 0,85 = 2,56$ кВт. З урахуванням пускових перевантажень, забруднення каналу та старіння вузлів приймаємо стандартний електродвигун потужністю $4,0$ кВт для кожного поздовжнього транспортера.

Для поперечного транспортера приймаємо $L = 21$ м, $h = 0,20$ м, $v = 0,09$ м/с. Розрахункове тягове зусилля становить близько $11,1$ кН, а потужність електроприводу — $1,18$ кВт. Для забезпечення запасу приймаємо електродвигун потужністю $2,2$ кВт для кожного поперечного транспортера.

Добові витрати електроенергії на роботу транспортерів визначаємо за сумарною встановленою потужністю, тривалістю роботи та коефіцієнтом завантаження:

$$E_{\text{доб}} = \sum N_j \cdot P_j \cdot t_j \cdot z \cdot k_{\text{зав}} \quad (2.10)$$

де $E_{\text{доб}}$ — добові витрати електроенергії, кВт·год; N_j — кількість машин j -го виду; P_j — потужність однієї машини, кВт; t_j — тривалість роботи за один цикл, год; $k_{\text{зав}}$ — коефіцієнт завантаження електродвигуна.

За $k_{\text{зав}} = 0,65$ добові витрати електроенергії становлять: для чотирьох поздовжніх транспортерів — $4 \cdot 4,0 \cdot 0,40 \cdot 2 \cdot 0,65 = 8,32$ кВт·год; для двох поперечних транспортерів — $2 \cdot 2,2 \cdot 0,45 \cdot 2 \cdot 0,65 = 2,57$ кВт·год. Загальні добові витрати електроенергії становлять приблизно 10,9 кВт·год.

Таблиця 2.5 – Розрахунок та вибір засобів механізації лінії

Обладнання	Кількість, шт.	Розрахункова продуктивність, т/год	Потрібна продуктивність, т/год	Прийнята потужність, кВт
Поздовжній скребковий транспортер КСГ-7-02	4	6,22	4,96	4,0
Поперечний скребковий транспортер КСГ-7-02	2	11,66	8,81	2,2
Трактор класу 1,4	1	—	—	—
Причіп тракторний НТБ-5 або аналогічний	2	5 т за вантажопідйомністю	2 рейси за цикл	—
Гноєсховище секційне	2 секції	3600 м ³ загалом	3173 м ³	—

Для вивезення гнойової маси від місця вивантаження до гноєсховища приймаємо тракторний агрегат із двома причепами вантажопідйомністю 5 т. Кількість рейсів за один цикл визначаємо за формулою:

$$n_{\text{рейс}} = \left[\frac{G_{\text{раз}}}{G_{\text{пр}} \cdot k_{\text{вик}}} \right] \quad (2.11)$$

де $n_{\text{рейс}}$ — кількість рейсів за цикл; $G_{\text{пр}}$ — вантажопідйомність одного причепа, т; $k_{\text{вик}}$ — коефіцієнт використання вантажопідйомності.

За $G_{\text{пр}} = 5$ т і $k_{\text{вик}} = 0,90$ отримаємо $n_{\text{рейс}} = 7,93 / (5 \cdot 0,90) = 1,76$, тобто приймаємо 2 рейси за цикл. Оскільки у проєкті приймається два причепа, за один цикл кожний причіп виконує по одному рейсу, що не створює затримки у роботі транспортерів.

2.5 Розрахунок кількості гноєсховищ

Гноєсховище призначене для накопичення гнойової маси у період, коли її неможливо або недоцільно вносити на поля. Для умов господарства приймаємо тривалість зберігання 180 діб, що відповідає зимово-весняному періоду та забезпечує технологічний резерв для організації вивезення органічних добрив.

Добовий об'єм гнойової маси визначаємо за її масою і густиною:

$$V_{\text{доб}} = \frac{G_{\text{доб}}}{\rho} \quad (2.12)$$

де $V_{\text{доб}}$ — добовий об'єм гнойової маси, м³/добу; $G_{\text{доб}}$ — добова маса гною, т/добу; ρ — густина гною, т/м³.

За $G_{\text{доб}} = 13,795$ т/добу і $\rho = 0,90$ т/м³ маємо $V_{\text{доб}} = 13,795 / 0,90 = 15,33$ м³/добу.

Розрахункову місткість гноєсховища визначаємо за формулою:

$$V_{\text{сх}} = \frac{G_{\text{доб}} \cdot D \cdot k_{\text{зап}}}{\rho} \quad (2.13)$$

де $V_{\text{сх}}$ — потрібна місткість гноєсховища, м³; D — тривалість зберігання, діб; $k_{\text{зап}}$ — коефіцієнт запасу місткості.

Приймаємо $D = 180$ діб і $k_{зап} = 1,15$. Тоді $V_{сх} = 13,795 \cdot 180 \cdot 1,15 / 0,90 = 3173 \text{ м}^3$. З урахуванням резерву та можливих опадів доцільно передбачити секційне гноєсховище, яке дозволяє почергово заповнювати, витримувати та вибирати гній.

Об'єм однієї секції визначаємо за її геометричними розмірами:

$$V_{од} = a \cdot b \cdot h_{еф} \quad (2.14)$$

де $V_{од}$ — корисний об'єм однієї секції, м^3 ; a — довжина секції, м ; b — ширина секції, м ; $h_{еф}$ — ефективна висота заповнення, м .

Приймаємо розміри однієї секції: $a = 50 \text{ м}$, $b = 20 \text{ м}$, $h_{еф} = 1,8 \text{ м}$. Тоді $V_{од} = 50 \cdot 20 \cdot 1,8 = 1800 \text{ м}^3$.

Кількість секцій гноєсховища визначаємо за формулою:

$$n_{сх} = \left[\frac{V_{сх}}{V_{од}} \right] \quad (2.15)$$

де $n_{сх}$ — потрібна кількість секцій гноєсховища; $V_{сх}$ — потрібна місткість гноєсховища, м^3 ; $V_{од}$ — корисний об'єм однієї секції, м^3 .

Після підстановки числових значень отримаємо $n_{сх} = 3173 / 1800 = 1,76$. Приймаємо дві секції гноєсховища загальною місткістю 3600 м^3 . Такий об'єм перевищує розрахункову потребу і забезпечує технологічний запас приблизно 13 %.

Таблиця 2.6 – Результати розрахунку гноєсховища

Показник	Значення
Добова маса гною	13,795 т/добу
Добовий об'єм гною	15,33 м^3 /добу
Тривалість зберігання	180 діб
Коефіцієнт запасу	1,15

Показник	Значення
Потрібна місткість гноєсховища	3173 м ³
Розмір однієї секції	50 × 20 × 1,8 м
Об'єм однієї секції	1800 м ³
Прийнята кількість секцій	2
Загальна місткість	3600 м ³

2.6 Робота запроєктованої лінії

Запроєктована лінія працює за циклічним принципом. Перед початком прибирання оператор перевіряє стан гнойових каналів, відсутність сторонніх предметів, справність огорожень, електроприводів і пускозахисної апаратури. Після цього вмикаються поперечні транспортери, а потім поздовжні транспортери. Така послідовність запобігає накопиченню гною у місці передачі та зменшує імовірність забивання каналу.

Під час роботи скребки поздовжніх транспортерів переміщують гній уздовж каналів до поперечної лінії. Поперечні транспортери приймають гнойову масу і подають її до місця вивантаження, де вона завантажується у тракторний причіп. Після заповнення причепа тракторний агрегат транспортує гній до секційного гноєсховища. Для одного циклу прибирання потрібно два рейси або одночасна робота двох причепів, що забезпечує безперервність процесу.

Після завершення циклу оператор вимикає поздовжні транспортери, після короткого холостого ходу вимикає поперечні транспортери, оглядає канали і за потреби видаляє залишки гною біля стиків, приводних та натяжних станцій. Особливу увагу приділяють натягу ланцюгів, цілісності скребок, стану болтових з'єднань і роботі електрозахисту.

Прийнята схема механізації дозволяє виконувати видалення гною двічі на добу без значних простоїв і з мінімальним залученням ручної праці. Основні ручні операції зводяться до контролю, очищення локальних зон і технічного обслуговування. Це покращує санітарний стан корівника, знижує вологість у зоні утримання тварин і підвищує культуру виробництва молока.

Таблиця 2.7 – Технологічна послідовність роботи лінії

Операція	Зміст операції	Виконавці та обладнання
Підготовка до роботи	огляд каналів, перевірка приводів, огорожень і електрозахисту	оператор ферми
Пуск поперечних транспортерів	увімкнення приймальної лінії для запобігання накопиченню гною	поперечні КСГ-7-02
Пуск поздовжніх транспортерів	переміщення гною з каналів уздовж рядів стійл	4 поздовжні КСГ-7-02
Завантаження причепів	подача гною до вивантажувальної зони та приймання у причіп	поперечні транспорти, причепа
Вивезення до сховища	транспортування гною до секційного гноєсховища	тракторний агрегат
Завершення циклу	холостий хід, вимикання, огляд і локальне очищення	оператор ферми

2.7 Висновки

У другому розділі розроблено проект механізації технологічної лінії видалення гною для молочно-товарної ферми СФГ «Таврія» з прив'язним утриманням 200 корів зі шлейфом. Встановлено, що добовий вихід гнойової маси становить 13,8 т/добу, а річний — близько 5035 т.

Розраховано, що за дворазового видалення гною протягом доби за один цикл необхідно перемістити 7,93 т гнойової маси. Сумарна потрібна продуктивність лінії за тривалості циклу 0,50 год становить 15,86 т/год.

Для умов типового прив'язного корівника прийнято чотири поздовжні скребкові транспортери КСГ-7-02 і два поперечні транспортери КСГ-7-02. Розрахункова продуктивність поздовжнього транспортера становить 6,22 т/год, що перевищує потрібні 4,96 т/год. Розрахункова продуктивність поперечного транспортера становить 11,66 т/год, що також забезпечує потребу процесу.

Визначено орієнтовну потужність електроприводів: для поздовжнього транспортера прийнято електродвигун 4,0 кВт, для поперечного — 2,2 кВт. Добові витрати електроенергії на роботу лінії становлять приблизно 10,9 кВт·год.

Розраховано місткість гноєсховища для періоду накопичення 180 діб. Потрібний об'єм становить 3173 м³. Прийнято дві секції розміром 50 × 20 × 1,8 м загальною місткістю 3600 м³, що забезпечує необхідний технологічний запас. Запропонована схема механізації створює основу для подальшого удосконалення робочих органів і підвищення ефективності процесу видалення гною.

3 РОЗРОБКА ТРАНСПОРТЕРУ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ

3.1 Актуальність питання

У попередньому розділі для молочно-товарної ферми СФГ «Таврія» було прийнято механізовану лінію видалення гною з використанням поздовжніх і поперечних транспортерів. Розрахункова маса гною, що видаляється за один цикл, становить 7,93 т, а сумарна потрібна продуктивність лінії — близько 15,86 т/год. Таке навантаження потребує надійних робочих органів, здатних стабільно працювати з підстилковим гноєм різної вологості.

У прив'язному корівнику гній накопичується у каналах за стійлами. До його складу потрапляють екскременти, сеча, соломиста підстилка, залишки грубих кормів і вода після локального прибирання. Через це маса має неоднорідну структуру, змінну липкість і схильність до ущільнення. Для ланцюгово-скребкових транспортерів це створює підвищене навантаження на ланцюг, скребки, натяжні пристрої та приводні зірочки [10, 11].

Одним із напрямів удосконалення є заміна або доповнення скребкового переміщення шнековим гноєзбиральним транспортером. Шнековий робочий орган не лише переміщує гнойову масу, а й частково розпушує та ущільнює її у напрямку транспортування. Це зменшує ймовірність утворення заторів у каналі, підвищує рівномірність подачі до похилого вивантажувального транспортера та спрощує завантаження причепа.

Актуальність розробки полягає у необхідності підвищення надійності процесу видалення гною, зниження ручних допоміжних операцій, покращення санітарного стану приміщення та зменшення простоїв обладнання. Запропоноване удосконалення орієнтоване на умови типового корівника на 200 корів із прив'язним утриманням, де необхідно забезпечити регулярне дворазове очищення гнойових каналів протягом доби.

3.2 Вимоги до процесу та вихідні дані

Шнековий гноєзбиральний транспортер повинен забезпечувати приймання гною з поздовжніх каналів, його переміщення до приймального вузла і подачу похилим шнеком у транспортний засіб. Робота транспортера має бути узгоджена з технологічним графіком ферми, не заважати годівлі та доїння тварин, а також не створювати небезпеки для обслуговуючого персоналу.

Основні вимоги до розроблюваного транспортера: достатня продуктивність для переміщення гнойової маси за один цикл; можливість роботи з підстилковим гноєм; стійкість робочих органів до корозійного середовища; секційність конструкції для монтажу і ремонту; захист приводів від перевантаження; наявність огорожень, кришок каналів і аварійного вимикання [12, 13].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку шнекового транспортера

Показник	Умове позначення	Прийняте значення
Маса гною за один цикл очищення	$G_{\text{раз}}$	7,93 т
Кількість горизонтальних шнеків	$n_{\text{гор}}$	4 шт.
Кількість похилих шнеків	$n_{\text{пох}}$	2 шт.
Тривалість роботи горизонтального шнека	$t_{\text{гор}}$	0,40 год
Тривалість роботи похилого шнека за цикл	$t_{\text{пох}}$	0,45 год
Середня густина гнойової маси	ρ	900 кг/м ³
Діаметр гвинтової поверхні шнека	D	0,25 м
Крок гвинтової поверхні	S	0,18 м
Частота обертання шнека	n	113 хв ⁻¹
Коефіцієнт заповнення міжвиткового простору	ψ	0,21
Встановлена потужність електродвигуна	$P_{\text{дв}}$	4,4 кВт

Розрахунки виконуються для навчально-проектного варіанта з урахуванням прийнятої у розділі 2 продуктивності лінії. Геометричні параметри шнека узгоджені з наданими кресленнями: діаметр гвинтової поверхні прийнято 250 мм, секційна довжина горизонтального шнека — 6000 мм, загальна довжина складальної секції — 36000 мм. Для вивантаження гною у причіп передбачено похилий шнековий транспортер.

3.3 Аналіз існуючих засобів видалення гною

Для прибирання гною у корівниках застосовують скребкові транспортери, скреперні установки, шнекові транспортери, гідравлічні системи змиву та мобільні агрегати. Вибір системи залежить від способу утримання тварин, конфігурації приміщення, вологості гною, кількості підстилки та наявної інженерної інфраструктури [10, 14].

Скребкові транспортери поширені у прив'язних корівниках, оскільки добре вписуються у гнойові канали і мають відносно просту конструкцію. Їх недоліками є зношування ланцюга, можливе розтягування тягового органу, потреба у регулярному натягуванні та неповне очищення дна каналу за наявності нерівностей.

Скреперні установки ефективні для довгих рівних каналів, але у разі потрапляння соломи, каміння або металевих предметів можуть працювати нерівномірно. Гідрозмив забезпечує високу повноту очищення, однак потребує значної кількості води і перетворює гній на рідку масу, що не завжди зручно для господарств із традиційним гноєсховищем.

Шнекові транспортери доцільні там, де необхідно переміщати вологу або напіврідку масу з включенням грубих домішок. Перевагами шнекового робочого органу є компактність, можливість закритого або напівзакритого виконання, рівномірність подачі та відсутність довгого тягового ланцюга. До недоліків слід

віднести підвищені вимоги до якості виготовлення гвинтової поверхні, необхідність захисту від перевантаження і періодичний контроль стану підшипникових вузлів.

Таблиця 3.2 – Порівняльна оцінка засобів видалення гною

Засіб механізації	Переваги	Обмеження	Оцінка для умов проєкту
Ланцюгово-скребковий транспортер	простота, сумісність з типовими каналами	зношування ланцюга, потреба у натягуванні	придатний як базовий варіант
Скреперна установка	мала швидкість, можливість автоматизації	чутливість до нерівностей і сторонніх предметів	обмежено придатна
Гідрозмив	висока повнота очищення	великі витрати води, складна система відстоювання	не приймається
Мобільний агрегат	універсальність, простий ремонт	потребує широких проходів	для прив'язного корівника неосновний
Шнековий транспортер	рівномірна подача, розпушування маси, компактність	потрібний захист від перевантаження	приймається для удосконалення

3.4 Розробка варіанту удосконалення

3.4.1 Розробка технологічної схеми

Згідно з розділом 2 у корівнику прийнята механічна система видалення гною. Базовий варіант передбачав видалення гною зі стійл за допомогою скребкових транспортерів КСГ-7-02 з подальшим завантаженням у тракторний причіп. Удосконалений варіант передбачає встановлення шнекового гноєзбирального

транспортера, який складається з горизонтальних секцій у гнойових каналах і похилих шнеків для вивантаження гнойової маси у транспортний засіб.

Горизонтальні шнеки розміщуються у поздовжніх каналах за рядами стійл. Кожний шнек складається з окремих секцій довжиною 6 м, з'єднаних гнучкими штифтовими муфтами. Секційність дозволяє виконувати монтаж у наявному приміщенні, замінювати окремі елементи без демонтажу всієї лінії та компенсувати невеликі монтажні перекоси.

Похилі шнеки встановлюються у зоні вивантаження і подають гній у причіп. Така схема забезпечує безперервне приймання гною з горизонтальних каналів, зменшує втрати маси у зоні передачі та дає змогу завантажувати причіп без ручного перекидання гною.

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика запропонованого транспортера

Показник	Значення
Продуктивність	11,5 т/год
Частота обертання шнека	113 хв ⁻¹
Установлена потужність електродвигуна	4,4 кВт
Обслуговуючий персонал	1 слюсар-оператор
Розрахункова швидкість переміщення гною	0,30 м/с
Діаметр шнека	250 мм
Довжина секції	6000 мм
З'єднання секцій	гнучка штифтова муфта

3.4.2 Розрахунок кінематики транспортера

Потрібну продуктивність одного горизонтального шнека визначаємо за масою гною, яка видаляється за один цикл, кількістю горизонтальних шнеків і тривалістю їх роботи:

$$Q_{\text{гор}} = \frac{G_{\text{раз}}}{n_{\text{гор}} \cdot t_{\text{гор}}} \quad (3.1)$$

де $Q_{\text{гор}}$ — потрібна продуктивність одного горизонтального шнека, т/год;
 $G_{\text{раз}}$ — маса гною за один цикл очищення, т; $n_{\text{гор}}$ — кількість горизонтальних шнеків; $t_{\text{гор}}$ — тривалість роботи горизонтального шнека за цикл, год.

Після підстановки прийнятих значень маємо: $Q_{\text{гор}} = 7,93 / (4 \cdot 0,40) = 4,96$ т/год. Отже, один горизонтальний шнек повинен забезпечувати продуктивність не менше 5,0 т/год.

Потрібну продуктивність одного похилого шнека визначаємо аналогічно:

$$Q_{\text{пох}} = \frac{G_{\text{раз}}}{n_{\text{пох}} \cdot t_{\text{пох}}} \quad (3.2)$$

де $Q_{\text{пох}}$ — потрібна продуктивність одного похилого шнека, т/год; $n_{\text{пох}}$ — кількість похилих шнеків; $t_{\text{пох}}$ — тривалість роботи похилого шнека за цикл, год.

За $n_{\text{пох}} = 2$ і $t_{\text{пох}} = 0,45$ год отримаємо: $Q_{\text{пох}} = 7,93 / (2 \cdot 0,45) = 8,81$ т/год. Порівняння показує, що саме похилий шнек працює з більшою питомою продуктивністю, тому його параметри приймаємо як визначальні.

Площа поперечного перерізу, обмеженого зовнішнім діаметром шнека, визначається за формулою:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (3.3)$$

де F — площа поперечного перерізу шнека, м²; D — зовнішній діаметр шнека, м.

За $D = 0,25$ м одержуємо $F = 3,14 \cdot 0,25^2 / 4 = 0,0491$ м².

Розрахункову продуктивність шнекового транспортера визначаємо за площею перерізу, кроком гвинтової поверхні, частотою обертання, густиною гною та коефіцієнтом заповнення:

$$Q_{\text{ш}} = \frac{60 \cdot F \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot \psi}{1000} \quad (3.4)$$

де $Q_{\text{ш}}$ — розрахункова продуктивність шнека, т/год; S — крок гвинтової поверхні, м; n — частота обертання шнека, хв^{-1} ; ρ — густина гнойової маси, $\text{кг}/\text{м}^3$; ψ — коефіцієнт заповнення міжвиткового простору.

Для $D = 0,25$ м, $S = 0,18$ м, $n = 113$ хв^{-1} , $\rho = 900$ $\text{кг}/\text{м}^3$ і $\psi = 0,213$ маємо: $Q_{\text{ш}} = 60 \cdot 0,0491 \cdot 0,18 \cdot 113 \cdot 900 \cdot 0,213 / 1000 = 11,48$ т/год. Отримане значення практично відповідає прийнятій технічній продуктивності 11,5 т/год і перевищує потрібну продуктивність похилого шнека 8,81 т/год.

Необхідну частоту обертання шнека для забезпечення заданої продуктивності можна визначити зворотним перетворенням формули (3.4):

$$n = \frac{1000 \cdot Q_{\text{потр}}}{60 \cdot F \cdot S \cdot \rho \cdot \psi} \quad (3.5)$$

де $Q_{\text{потр}}$ — потрібна продуктивність найбільш завантаженого шнека, т/год.

Для похилого шнека $Q_{\text{потр}} = 8,81$ т/год. Тоді $n = 1000 \cdot 8,81 / (60 \cdot 0,0491 \cdot 0,18 \cdot 900 \cdot 0,213) = 86,7$ хв^{-1} . Прийнята частота 113 хв^{-1} забезпечує технологічний запас продуктивності приблизно 30 %.

Розрахункову швидкість осьового переміщення гною визначаємо з урахуванням коефіцієнта ковзання маси у міжвитковому просторі:

$$v_{\Gamma} = k_{\kappa} \cdot \frac{S \cdot n}{60} \quad (3.6)$$

де v_{Γ} — швидкість переміщення гнойової маси, м/с; k_{κ} — коефіцієнт ковзання, який враховує відставання гною від теоретичного переміщення; S — крок шнека, м; n — частота обертання, хв^{-1} .

За $k_{\kappa} = 0,90$ маємо: $v_{\Gamma} = 0,90 \cdot 0,18 \cdot 113 / 60 = 0,31$ м/с. Це узгоджується з технічною характеристикою транспортера, де швидкість переміщення гною прийнята близько 0,30 м/с.

Передаточне число приводу визначаємо за частотою обертання електродвигуна і потрібною частотою обертання шнека:

$$i = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{ш}}} \quad (3.7)$$

де i — передаточне число приводу; $n_{\text{дв}}$ — частота обертання електродвигуна, хв^{-1} ; $n_{\text{ш}}$ — частота обертання шнека, хв^{-1} .

За $n_{\text{дв}} = 1500 \text{ хв}^{-1}$ і $n_{\text{ш}} = 113 \text{ хв}^{-1}$ одержуємо $i = 1500 / 113 = 13.3$. Для приводу доцільно прийняти мотор-редуктор або редуктор із близьким стандартним передаточним числом $i = 14$.

Таблиця 3.4 – Результати кінематичного розрахунку

Показник	Розрахункове значення	Прийняте рішення
Потрібна продуктивність горизонтального шнека	4.96 т/год	забезпечується
Потрібна продуктивність похилого шнека	8.81 т/год	забезпечується
Розрахункова продуктивність шнека	11.48 т/год	прийнято 11,5 т/год
Необхідна частота обертання для $Q_{\text{потр}} = 8,81 \text{ т/год}$	86.7 хв^{-1}	прийнято 113 хв^{-1}
Швидкість переміщення гною	0.31 м/с	прийнято 0,30 м/с
Передаточне число приводу	13.3	прийнято $i \approx 14$

3.4.3 Розрахунки елементів на міцність

Для попередньої перевірки міцності приймаємо, що найбільш навантаженим є вал секційного горизонтального шнека. Розрахунок виконуємо за крутним моментом, згинальним моментом від власної маси шнека та маси гною, а також за умовою міцності гнучкої штифтової муфти.

Крутний момент на валу шнека визначаємо за встановленою потужністю електродвигуна і частотою обертання шнека:

$$M = \frac{9550 \cdot P_{\text{дв}}}{n_{\text{ш}}} \quad (3.8)$$

де M — крутний момент на валу шнека, Н·м; $P_{\text{дв}}$ — потужність електродвигуна, кВт; $n_{\text{ш}}$ — частота обертання шнека, хв⁻¹.

За $P_{\text{дв}} = 4,4$ кВт і $n_{\text{ш}} = 113$ хв⁻¹ маємо $M = 9550 \cdot 4,4 / 113 = 371,9$ Н·м. З урахуванням коефіцієнта режиму роботи $k_p = 1,35$ розрахунковий момент становить $M_p = 502,0$ Н·м.

Погонну масу гною, яка одночасно знаходиться у робочій зоні шнека, визначаємо за площею перерізу та коефіцієнтом заповнення:

$$m_{\Gamma} = \rho \cdot F \cdot \psi \quad (3.9)$$

де m_{Γ} — погонна маса гною у зоні шнека, кг/м; ρ — густина гною, кг/м³; F — площа перерізу, м²; ψ — коефіцієнт заповнення.

Після підстановки значень отримаємо $m_{\Gamma} = 900 \cdot 0,0491 \cdot 0,213 = 9,4$ кг/м. Приймаємо погонну масу шнека з гвинтовою поверхнею $m_{\text{ш}} = 22$ кг/м, тому сумарне рівномірно розподілене навантаження становить $q = (22 + 9,4) \cdot 9,81 = 308$ Н/м.

Розрахункову силу опору переміщенню маси у горизонтальному каналі визначаємо орієнтовно за формулою:

$$F_{\text{оп}} = k_3 \cdot f \cdot g \cdot L \cdot (m_{\text{ш}} + m_{\Gamma}) \quad (3.10)$$

де $F_{\text{оп}}$ — сила опору переміщенню, Н; k_3 — коефіцієнт запасу; f — коефіцієнт опору руху гною і шнека у каналі; g — прискорення вільного падіння, м/с²; L — розрахункова довжина шнека, м; $m_{\text{ш}}$ — погонна маса шнека, кг/м; m_{Γ} — погонна маса гною, кг/м.

За $k_3 = 1,25$, $f = 0,65$, $L = 36$ м, $m_{ш} = 22$ кг/м і $m_{г} = 9,4$ кг/м отримаємо $F_{оп} = 9,01$ кН. Необхідна потужність для подолання цього опору визначається за формулою:

$$P_{потр} = \frac{F_{оп} \cdot v_{г}}{1000 \cdot \eta} \quad (3.11)$$

де $P_{потр}$ — потрібна потужність приводу, кВт; η — коефіцієнт корисної дії приводу.

За $F_{оп} = 9,01$ кН, $v_{г} = 0,31$ м/с і $\eta = 0,78$ маємо $P_{потр} = 9,01 \cdot 0,31 / 0,78 = 3,53$ кВт. Прийнятий електродвигун потужністю 4,4 кВт забезпечує необхідний запас.

Дотичне напруження кручення у трубчастому валу шнека визначаємо за полярним моментом інерції перерізу:

$$\tau = \frac{M_p \cdot D_o / 2}{J}, \quad J = \frac{\pi \cdot (D_o^4 - D_i^4)}{32} \quad (3.12)$$

де τ — дотичне напруження, Па; M_p — розрахунковий крутний момент, Н·м; D_o — зовнішній діаметр труби, м; D_i — внутрішній діаметр труби, м; J — полярний момент інерції перерізу, м⁴.

Для трубчастого вала $D_o = 0,089$ м і $D_i = 0,070$ м одержуємо $J = 3,80 \cdot 10^{-6}$ м⁴, $\tau = 5,87$ МПа.

Максимальний згинальний момент для секції шнека довжиною 6 м, яку розглядаємо як балку на двох опорах, визначається за формулою:

$$M_{зг} = \frac{q \cdot l^2}{8} \quad (3.13)$$

де $M_{зг}$ — максимальний згинальний момент, Н·м; q — рівномірно розподілене навантаження, Н/м; l — довжина розрахункової секції, м.

За $q = 308$ Н/м і $l = 6$ м маємо $M_{зг} = 1387$ Н·м.

Нормальне напруження від згину визначаємо за моментом опору перерізу:

$$\sigma = \frac{M_{зг}}{W}, \quad W = \frac{\pi \cdot (D_o^4 - D_i^4)}{32 \cdot D_o} \quad (3.14)$$

де σ — нормальне напруження від згину, Па; W — момент опору трубчастого перерізу, м³.

Для прийнятого трубчастого перерізу $W = 4.27 \cdot 10^{-5}$ м³, тому $\sigma = 32.45$ МПа.

Еквівалентне напруження за енергетичною теорією міцності визначаємо за формулою:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (3.15)$$

де $\sigma_{екв}$ — еквівалентне напруження, МПа; σ — нормальне напруження від згину, МПа; τ — дотичне напруження від кручення, МПа.

Після підстановки значень отримаємо $\sigma_{екв} = \sqrt{(32.45^2 + 3 \cdot 5.87^2)} = 34.01$ МПа. Для сталі Ст3 за умовним допустимим напруженням $[\sigma] = 120$ МПа коефіцієнт запасу становить $n = 120 / 34.01 = 3.53$, що підтверджує достатню міцність вала.

Для перевірки штифтової муфти визначаємо колову силу, яка передається від однієї секції шнека до іншої:

$$F_M = \frac{2 \cdot M_p}{D_M} \quad (3.16)$$

де F_M — колова сила у муфті, Н; M_p — розрахунковий крутний момент, Н·м; D_M — діаметр розміщення штифтів, м.

За $D_M = 0,080$ м отримаємо $F_M = 2 \cdot 502.0 / 0,080 = 12.55$ кН.

Дотичне напруження зрізу у штифтах муфти визначаємо з урахуванням подвійного зрізу:

$$\tau_{ш} = \frac{F_M}{2 \cdot z_{ш} \cdot A_{ш}}, \quad A_{ш} = \frac{\pi \cdot d_{ш}^2}{4} \quad (3.17)$$

де $\tau_{ш}$ — напруження зрізу штифта, Па; $z_{ш}$ — кількість штифтів; $A_{ш}$ — площа перерізу одного штифта, м²; $d_{ш}$ — діаметр штифта, м.

За $z_{ш} = 2$ і $d_{ш} = 12$ мм маємо $A_{ш} = 1.13 \cdot 10^{-4}$ м², $\tau_{ш} = 27.7$ МПа. Приймаючи допустиме напруження зрізу для сталевго штифта 80 МПа, отримуємо запас міцності понад 2,8. Отже, штифтова муфта придатна для передавання розрахункового моменту.

Таблиця 3.5 – Результати міцнісного розрахунку основних елементів

Показник	Результат	Допустиме / прийняте значення	Висновок
Крутний момент на валу	371.9 Н·м	—	враховано з k_p = 1,35
Розрахунковий крутний момент	502.0 Н·м	—	прийнято для перевірки
Потрібна потужність приводу	3.53 кВт	4,4 кВт	запас забезпечено
Дотичне напруження вала	5.87 МПа	≤ 120 МПа умовно	допустимо
Нормальне напруження від згину	32.45 МПа	≤ 120 МПа умовно	допустимо
Еквівалентне напруження	34.01 МПа	≤ 120 МПа	запас $n = 3.53$
Напруження зрізу штифта	27.7 МПа	≤ 80 МПа	допустимо

3.5 Правила експлуатації та обслуговування

Перед пуском транспортера оператор повинен переконатися у відсутності людей, інструменту та сторонніх предметів у зоні гнойових каналів, перевірити

справність огорожень, кришок, електрообладнання і аварійного вимикача. Запуск лінії виконують у послідовності від вивантажувального похилого шнека до горизонтальних шнеків. Такий порядок запобігає накопиченню гною у місці передачі.

Під час роботи забороняється відкривати захисні кожухи, очищати канал руками, ставати на кришки каналів, торкатися обертових частин і проводити підтягування кріплень. У разі появи стороннього шуму, різкого збільшення струму електродвигуна, зупинки шнека або нерівномірної подачі гною транспортер необхідно негайно вимкнути та усунути причину після повної зупинки робочих органів.

Періодичне технічне обслуговування включає очищення зони вивантаження, контроль стану підшипників, перевірку кріплення секцій, огляд гвинтової поверхні, перевірку штифтових муфт і редуктора. Підшипники доцільно змащувати солідолом відповідно до графіка технічного обслуговування, а редуктор оглядати на відсутність підтікання мастила. Роботи з технічного обслуговування виконуються лише при вимкненій напрузі та заблокованому пусковому апараті [15–17].

Для підвищення довговічності конструкції рекомендується не допускати потрапляння у канал каміння, металевих предметів, довгих шматків дроту та деревини. Після завершення циклу доцільно залишити похилий шнек на короткий холостий хід, щоб вивести залишки гною із зони вивантаження. Один раз на сезон необхідно виконувати ревізію гнучких муфт, перевірку співвісності секцій і стану захисних кожухів.

3.6 Висновки

У третьому розділі обґрунтовано доцільність удосконалення процесу видалення гною шляхом застосування шнекового гноєзбирального транспортера. Запропонована конструкція складається з горизонтальних секцій у гнойових каналах і похилих шнеків для завантаження гною у транспортний засіб.

Визначено, що потрібна продуктивність одного горизонтального шнека становить 4.96 т/год, а одного похилого — 8.81 т/год. Розрахункова продуктивність прийнятого шнека становить 11.48 т/год, що перевищує потребу технологічного процесу і забезпечує запас для нерівномірної подачі гнойової маси.

Розраховано кінематичні параметри транспортера: частота обертання шнека 113 хв^{-1} , швидкість переміщення гною близько 0.31 м/с, необхідне передаточне число приводу 13.3. Прийнято електродвигун потужністю 4,4 кВт і редуктор із передаточним числом близько 14.

Перевірка міцності трубчастого вала показала, що еквівалентне напруження становить 34.01 МПа при умовно допустимому 120 МПа, тобто коефіцієнт запасу дорівнює 3.53. Перевірка штифтової муфти також підтвердила достатню міцність. Отже, запропоноване конструктивне рішення може бути використане як основа для удосконалення лінії видалення гною на фермі.

Запропоноване удосконалення має забезпечити більш рівномірне транспортування гнойової маси, зменшення ймовірності забивання каналів, скорочення ручної праці та покращення санітарного стану корівника.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги охорони праці при видаленні гною на фермі ВРХ

Видалення гною на молочно-товарній фермі належить до щоденних технологічних процесів, які виконуються у складних санітарно-гігієнічних умовах. Під час роботи персонал взаємодіє з механізованими транспортерами, електроприводами, рухомими робочими органами, вологими поверхнями, гнойовою масою та тваринами. Тому організація безпечної праці повинна охоплювати не лише справність обладнання, а й правильну підготовку робочого місця, дотримання виробничої дисципліни, використання засобів індивідуального захисту та своєчасне технічне обслуговування машин.

У проєктованій технологічній лінії передбачено використання розробленого шнекового гноезбирального транспортера, який забезпечує переміщення гнойової маси з горизонтальних каналів і подальше вивантаження її у транспортний засіб. Наявність горизонтальних і похилих шнеків, приводних станцій, муфт, підшипникових вузлів та огорожень вимагає підвищеної уваги до безпеки обслуговування. Основною умовою безпечної експлуатації є недопущення контакту працівника з відкритими обертовими частинами і робочими органами транспортера.

До роботи з обладнанням для видалення гною допускаються працівники, які досягли встановленого віку, пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктаж з охорони праці, навчання безпечним методам роботи, перевірку знань і стажування на робочому місці. Оператор повинен знати будову транспортера, порядок його запуску та зупинки, місця розміщення пускової апаратури, аварійних вимикачів, захисних огорожень, а також правила поведінки у приміщенні з тваринами.

У процесі видалення гною на працівників можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори: рухомі частини механізмів, можливість захоплення

одягу шнеком або муфтою, слизька підлога, підвищена вологість, неприємні запахи, наявність аміаку та сірководню, біологічне забруднення, підвищене фізичне навантаження під час допоміжного прибирання, шум і вібрація від приводу, ризик ураження електричним струмом. Окрему небезпеку становить робота поблизу тварин, які можуть різко змінювати положення тіла або травмувати працівника.

Перед початком роботи приміщення повинно бути оглянуте. Проходи мають бути вільними від сторонніх предметів, інструменту, уламків підстилки та залишків корму. Гнойові канали не допускається перекривати дошками або предметами, які можуть потрапити до робочого органу транспортера. Пускова апаратура має бути розміщена так, щоб оператор міг безпечно вмикати і вимикати транспортер, не перебуваючи у зоні можливого травмування.

Електрообладнання транспортера повинно відповідати умовам роботи у вологому і корозійно активному середовищі. Корпуси електродвигунів, редукторів, металеві рами та шафи керування повинні мати надійне заземлення. Кабелі необхідно прокладати так, щоб вони не заважали руху персоналу, не контактували з гнойовою масою та не зазнавали механічних пошкоджень. Забороняється експлуатувати обладнання з відкритими клемними коробками, пошкодженою ізоляцією або несправними вимикачами.

Під час роботи ферми необхідно забезпечувати справний стан вентиляції. У зоні гнойових каналів можливе накопичення шкідливих газів, тому тривале перебування працівників у поглибленнях, приямокках або біля місць накопичення гною без провітрювання не допускається. Якщо у працівника з'явилися запаморочення, слабкість, подразнення очей або утруднене дихання, він повинен негайно залишити небезпечну зону і повідомити відповідальну особу.

Оператор і працівники, які беруть участь у видаленні гною, повинні бути забезпечені спецодягом, гумовим або водостійким взуттям, захисними рукавицями, головним убором, а за потреби – засобами захисту органів дихання. Спецодяг має бути застібнутий, без звисаючих кінців, які можуть бути захоплені ру-

хомими частинами. Після завершення роботи необхідно очистити взуття та інвентар, вимити руки з милом, а забруднений спецодяг зберігати окремо від чистого одягу.

До ручного очищення гнойових каналів, усунення забивання або видалення сторонніх предметів дозволяється приступати тільки після повної зупинки транспортера, вимкнення електроживлення і вивішування попереджувального знака про виконання робіт. Забороняється проштовхувати гній ломами, вилами або іншими предметами в напрямку працюючого шнека. Така дія може призвести до раптового захоплення інструменту і травмування оператора.

4.2 Інструкція з охорони праці для оператора розробленого транспортера

Ця інструкція встановлює основні вимоги безпеки для оператора, який обслуговує розроблений шнековий гноєзбиральний транспортер на молочно-товарній фермі. Оператор відповідає за безпечний запуск, контроль роботи, своєчасне вимкнення обладнання, підтримання порядку біля приводної станції та повідомлення керівника робіт про виявлені несправності.

Оператор повинен виконувати лише ту роботу, яка доручена йому керівником, не допускати сторонніх осіб до пускової апаратури, не передавати керування обладнанням працівникам, які не пройшли інструктаж, та не залишати працюючий транспортер без нагляду. Особливу увагу слід приділяти стану огорожень, муфт, підшипникових вузлів, редуктора, електродвигуна і місць переходу горизонтальних шнеків у похилі.

Перед початком роботи оператор зобов'язаний одягнути спецодяг, перевірити справність взуття, рукавиць і засобів індивідуального захисту. Одяг повинен щільно прилягати до тіла, рукави мають бути застібнуті. Забороняється працювати у взутті зі слизькою підошвою, у розстебнутому одязі, з намотаними на руку ганчірками або з інструментом, який не призначений для обслуговування транспортера.

До вмикання транспортера необхідно оглянути гнойові канали, переконатися у відсутності сторонніх предметів, перевірити наявність і надійність кріплення захисних кожухів, справність пускової апаратури, відсутність пошкодження кабелів та нормальний стан приводної станції. Якщо на каналі або біля шнека перебувають люди, запуск обладнання забороняється. Перед пуском оператор повинен подати попереджувальний сигнал або голосове попередження.

Безпечна робота оператора виконується у такій послідовності: підготовка робочого місця, огляд огорожень і пускової апаратури, попередження персоналу про запуск, короткочасний контроль холостого ходу, робота під навантаженням, зупинка, очищення робочої зони та повідомлення відповідальної особи про виявлені несправності. На кожному етапі оператор повинен дотримуватися правила: будь-яке втручання у канал, привід або муфтове з'єднання дозволяється тільки після повного вимкнення транспортера.

Під час роботи транспортера оператор повинен перебувати поза зоною можливого контакту з рухомими частинами. Контроль роботи здійснюється візуально і за характером шуму. Рівномірний звук приводу свідчить про нормальне переміщення гнойової маси. Поява ударів, скреготу, різкого збільшення шуму, вібрації, запаху горілої ізоляції або зниження швидкості переміщення гною є підставою для негайної зупинки обладнання.

У разі забивання каналу оператор повинен вимкнути транспортер і заблокувати можливість його випадкового запуску. Тільки після цього дозволяється видаляти перешкоду ручним інструментом із безпечного положення. Якщо забивання виникло у зоні похилого шнека або приводу, оператор не повинен самостійно розбирати вузол без дозволу відповідальної особи. Роботи з демонтажу муфт, підшипників або редуктора виконують після повного відключення електроживлення.

Під час технічного обслуговування необхідно перевіряти натяг і стан з'єднувальних елементів, кріплення шнекових секцій, справність муфт, відсутність деформацій витків, стан підшипників, рівень мастила в редукторі та цілісність

захисних кожухів. Змащування, регулювання і підтягування кріплень допускається виконувати тільки на зупиненому транспортері. Використане мастило, ганчір'я та інші відходи необхідно прибирати у спеціально відведене місце.

Оператору забороняється працювати у стані втоми, алкогольного або наркотичного сп'яніння, користуватися несправним інструментом, стояти на огороженнях, переходити через відкриті гнойові канали у невстановлених місцях, торкатися електрообладнання мокрими руками, а також залишати привід увімкненим під час перерви. Забороняється проводити очищення транспортера водою під тиском без захисту електродвигуна та пускової апаратури від попадання вологи.

У разі аварійної ситуації оператор повинен негайно вимкнути транспортер, попередити працівників, які перебувають у приміщенні, та повідомити керівника робіт. При травмуванні працівника необхідно зупинити обладнання, надати першу домедичну допомогу, викликати медичного працівника або швидку допомогу та зберегти обстановку на місці події, якщо це не створює додаткової небезпеки для людей і тварин.

Після закінчення роботи оператор вимикає транспортер, очищує робочу зону від залишків гною, перевіряє відсутність сторонніх предметів біля приводу, приводить у порядок інструмент і повідомляє відповідальну особу про виявлені несправності. Спецодяг, взуття і рукавиці слід очистити та залишити у встановленому місці. Після контакту з гнойовою масою необхідно ретельно вимити руки та відкриті ділянки шкіри.

4.3 Висновки

У розділі розглянуто вимоги охорони праці під час виконання технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі ВРХ. Встановлено, що основними небезпечними факторами є рухомі частини шнекового транспортера, волога і слизька підлога, біологічне забруднення, підвищена загазованість приміщення, електробезпека та робота поблизу тварин.

Для безпечної експлуатації розробленого транспортера необхідно забезпечити справність захисних огорожень, заземлення електрообладнання, наявність попереджувальних знаків, застосування спецодягу та засобів індивідуального захисту. Обслуговування, очищення, регулювання і ремонт транспортера повинні виконуватися лише після його повної зупинки та відключення від електроживлення.

Дотримання запропонованої інструкції дає змогу зменшити ризик травмування оператора, поліпшити санітарний стан робочої зони, підвищити виробничу дисципліну та забезпечити надійну роботу технологічної лінії видалення гною на фермі.

5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

5.1 Вихідні дані

Економічна оцінка виконана для визначення доцільності впровадження розробленого шнекового транспортера у технологічну лінію видалення гною на молочно-товарній фермі СФГ «Таврія». Порівнюються два варіанти організації процесу: базовий, що передбачає використання наявної скребкової системи з допоміжним ручним очищенням каналів, та проєктний, у якому застосовується розроблений шнековий гноєзбиральний транспортер.

Розрахунки виконано за основними статтями експлуатаційних витрат: оплата праці з нарахуваннями, витрати електроенергії, технічне обслуговування і ремонт, амортизаційні відрахування та інші супутні витрати. Вихідні дані прийнято на основі параметрів ферми, технологічної лінії та конструктивних рішень, обґрунтованих у попередніх розділах дипломного проєкту. Дані мають проєктний характер і використовуються для порівняльної оцінки ефективності удосконалення.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для економічної оцінки

№	Показник	Одиниця виміру	Базовий варіант	Проєктний варіант
1	Поголів'я корів	голів	200	200
2	Загальне поголів'я ВРХ зі шлейфом	голів	340	340
3	Середньодобовий вихід гнойової маси	т/добу	13,8	13,8
4	Кількість днів роботи обладнання за рік	днів	365	365
5	Кількість прибирань гною за добу	разів	2	2
6	Середня тривалість роботи обладнання за добу	год	2,30	1,40
7	Середньодобові витрати праці на процес	люд.-год	2,80	1,50
8	Встановлена потужність обладнання	кВт	5,20	4,40

№	Показник	Одиниця виміру	Базовий варіант	Проектний варіант
9	Тарифна ставка працівника	грн/год	85,00	85,00
10	Нарахування на оплату праці	%	22	22
11	Вартість електроенергії	грн/кВт·год	7,50	7,50
12	Додаткові капітальні вкладення в удосконалення	тис. грн	-	168,0

У базовому варіанті частина часу витрачається не лише на роботу транспортера, а й на допоміжне очищення залишків гною у гнойових каналах, контроль проходження маси, усунення зависання підстилки та очищення зон біля приводних вузлів. У проектному варіанті завдяки використанню шнекового робочого органу очікується більш рівномірне переміщення гнойової маси, зменшення кількості залишків у каналі та скорочення часу участі працівника у процесі.

Капітальні вкладення у проектний варіант включають виготовлення шнекових секцій, приводної станції, опорних і підшипникових вузлів, монтажні роботи, захисні огороження та пусконаладжувальні операції. У розрахунку прийнято, що частина існуючої будівельної інфраструктури ферми використовується без суттєвої реконструкції, тому основні витрати припадають на технічне переоснащення лінії видалення гною.

5.2 Результати економічної оцінки

Порівняння варіантів проведено за річними експлуатаційними витратами. У базовому варіанті найбільшу частку становлять витрати на оплату праці та ремонт обладнання, оскільки скребкова система потребує частішого контролю, очищення і технічного обслуговування. У проектному варіанті витрати на амор-

тизацію дещо зростають через додаткові капітальні вкладення, однак це компенсується зменшенням трудових витрат, нижчими витратами електроенергії та скороченням витрат на поточний ремонт.

Таблиця 5.2 – Річні експлуатаційні витрати за варіантами

№	Стаття витрат	Базовий варіант, тис. грн/рік	Проектний варіант, тис. грн/рік	Зміна витрат, тис. грн/рік
1	Основна оплата праці персоналу	86,9	46,6	-40,3
2	Нарахування на оплату праці	19,1	10,3	-8,8
3	Електроенергія	32,9	17,0	-15,9
4	Технічне обслуговування і поточний ремонт	52,0	38,0	-14,0
5	Амортизаційні відрахування	32,0	43,0	+11,0
6	Інші виробничі витрати	9,0	6,5	-2,5
7	Разом експлуатаційні витрати	231,9	161,4	-70,5

За результатами порівняння річні експлуатаційні витрати у базовому варіанті становлять 231,9 тис. грн, а у проектному – 161,4 тис. грн. Річне зменшення витрат складає 70,5 тис. грн. Найбільший внесок у загальний економічний результат забезпечує скорочення трудомісткості обслуговування процесу, оскільки оператор менше часу витрачає на ручне доочищення, контроль нерівномірного руху гною та усунення затримок у каналі.

Другою важливою складовою економії є зменшення витрат на електроенергію. Проектний транспортер має достатню продуктивність для переміщення добового обсягу гнойової маси за менший час роботи. Це дає змогу скоротити тривалість увімкнення приводу протягом доби та зменшити річне споживання електроенергії. Додатковим позитивним результатом є зниження навантаження на привідні вузли, що сприяє зменшенню витрат на поточний ремонт.

Таблиця 5.3 – Узагальнені результати впровадження удосконалення

№	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	Додаткові капітальні вкладення	тис. грн	168,0
2	Річні експлуатаційні витрати базового варіанта	тис. грн/рік	231,9
3	Річні експлуатаційні витрати проектного варіанта	тис. грн/рік	161,4
4	Річна економія експлуатаційних витрат	тис. грн/рік	70,5
5	Орієнтовний строк окупності додаткових вкладень	років	2,4
6	Зменшення трудових витрат	люд.-год/рік	474
7	Зменшення споживання електроенергії	кВт·год/рік	2110

Орієнтовний строк окупності додаткових капітальних вкладень становить 2,4 року. Для ферми середньої потужності такий результат можна вважати прийнятним, оскільки удосконалення не лише знижує витрати, а й покращує виробничі умови. Технічне переоснащення лінії видалення гною дає можливість підвищити регулярність очищення каналів, зменшити потребу в ручній праці та знизити ризик простоїв обладнання.

Окрім прямого економічного ефекту, проектне рішення має додаткові організаційні переваги. До них належать покращення санітарного стану корівника,

зменшення забруднення проходів, стабільніше вивантаження гнойової маси у транспортний засіб, а також поліпшення умов праці персоналу. Ці результати не завжди безпосередньо відображаються у грошовій оцінці, однак вони впливають на загальну ефективність роботи ферми та культуру виробництва молока.

Таким чином, економічна оцінка показує доцільність впровадження розробленого транспортера. Проектний варіант забезпечує менші річні витрати і створює умови для стабільнішої роботи технологічної лінії. Найбільш відчутний ефект досягається за рахунок скорочення затрат праці, зменшення тривалості роботи обладнання і зниження витрат на ремонтно-обслуговувальні операції.

5.3 Висновки

У розділі виконано економічну оцінку розробленого удосконалення технологічної лінії видалення гною на молочно-товарній фермі СФГ «Таврія». Порівняно базовий варіант із використанням наявної скребкової системи та проектний варіант із застосуванням шнекового гноєзбирального транспортера.

Встановлено, що впровадження удосконалення дозволяє зменшити річні експлуатаційні витрати з 231,9 до 161,4 тис. грн. Річна економія становить 70,5 тис. грн. Основними джерелами економічного ефекту є скорочення трудових витрат, зменшення споживання електроенергії та зниження витрат на технічне обслуговування і ремонт.

Додаткові капітальні вкладення у реалізацію проектного рішення прийнято на рівні 168,0 тис. грн. Орієнтовний строк їх окупності становить 2,4 року, що підтверджує економічну доцільність впровадження розробленого транспортера в умовах ферми на 200 корів зі шлейфом.

Крім прямого зниження витрат, удосконалення сприяє покращенню санітарного стану корівника, підвищенню надійності видалення гнойової маси, зменшенню ручної праці та поліпшенню умов роботи обслуговуючого персоналу. Отже, запропоноване технічне рішення є доцільним як з економічної, так і з виробничо-організаційної точки зору.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розглянуто питання удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі С(Ф)Г «ТАВРІЯ», розташованого у селі Гаврилівка Синельниківського району Дніпропетровської області. За вихідними умовами ферма утримує 200 корів зі шлейфом, а основним виробничим напрямом є молочне скотарство.

У першому розділі наведено характеристику галузі тваринництва господарства. Встановлено, що на фермі застосовується прив'язний спосіб утримання корів у типовому корівнику на 200 голів. Такий спосіб утримання потребує регулярного та якісного очищення гнойових каналів, оскільки від своєчасного видалення гною залежать санітарний стан приміщення, мікроклімат, здоров'я тварин, якість молока та умови праці обслуговуючого персоналу.

У другому розділі розроблено проєкт механізації технологічної лінії видалення гною. Визначено добовий вихід гною від поголів'я ферми, обґрунтовано вибір технологічної схеми та підібрано засоби механізації для виконання основних операцій. Прийнята технологія передбачає механізоване видалення гною з корівника, його транспортування та подальше складування у гноєсховищі. Проведені розрахунки підтвердили можливість забезпечення необхідної продуктивності лінії для умов ферми.

У третьому розділі запропоновано удосконалення гноєзбирального транспортера шляхом використання шнекового робочого органу. Розроблений транспортер призначений для переміщення гнойової маси у горизонтальних каналах та подальшого вивантаження у транспортний засіб. Проведено розрахунки основних конструктивно-технологічних параметрів, зокрема продуктивності, частоти обертання шнека, швидкості переміщення гною, потужності приводу та окремих

елементів на міцність. Запропоноване рішення дає змогу підвищити рівномірність переміщення гнойової маси, зменшити потребу в ручному доочищенні та покращити надійність роботи лінії.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці під час видалення гною на фермі ВРХ. Визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати під час експлуатації гноєприбирального обладнання. Розроблено вимоги безпеки та інструкцію з охорони праці для оператора розробленого транспортера. Дотримання запропонованих заходів дозволяє зменшити ризик травмування персоналу, забезпечити безпечну експлуатацію обладнання та поліпшити умови праці.

У п'ятому розділі виконано економічну оцінку запропонованого удосконалення. Порівняння базового та удосконаленого варіантів показало, що впровадження шнекового транспортера дозволяє зменшити витрати праці, скоротити експлуатаційні витрати та підвищити ефективність технологічного процесу. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження розробленого технічного рішення у виробничих умовах молочно-товарної ферми.

Таким чином, у дипломному проєкті обґрунтовано актуальність удосконалення технологічного процесу видалення гною, розроблено технічне рішення для підвищення ефективності роботи лінії, виконано необхідні технологічні, конструктивні, охоронно-праці та економічні обґрунтування. Запропоноване удосконалення сприяє покращенню санітарного стану корівника, зменшенню трудомісткості процесу, підвищенню надійності обладнання та загальної ефективності роботи молочно-товарної ферми.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). ВНТП-АПК-01.05. Київ: Мінагрополітики України.
2. ДБН В.2.2-1-95. Будинки і споруди для тваринництва. Київ: Держкоммістобудування України.
3. Машини та обладнання для тваринництва: підручник / за ред. І. І. Ревенка. Київ: Кондор.
4. Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві: навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ.
5. Кравчук, В. І., & Луценко, М. М. (2018). Механізація виробничих процесів у тваринництві. Київ: Аграрна освіта.
6. Скляр, О. Г., & Болтянська, Н. І. (2020). Основи проектування тваринницьких підприємств. Мелітополь: ТДАТУ.
7. Ревенко, І. І., Брагинець, М. В., & Ребенко, В. І. (2009). Машини та обладнання для тваринництва. Київ: Кондор.
8. Довідник з механізації тваринницьких ферм. (2015). Київ: Урожай.
9. Інструкція з експлуатації скребкових транспортерів для прибирання гною типу КСГ. Технічний опис і правила експлуатації.
10. ДБН В.2.2-1-95. Будинки і споруди для тваринництва. Київ: Держкоммістобудування України.
11. ДСТУ EN ISO 12100:2016. Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків.
12. Кравчук, В. І., & Луценко, М. М. (2018). Механізація виробничих процесів у тваринництві. Київ: Аграрна освіта.
13. ДСТУ EN 60204-1:2015. Безпечність машин. Електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги.
14. Павлище, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Львів: Афіша.

ДОДАТКИ

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

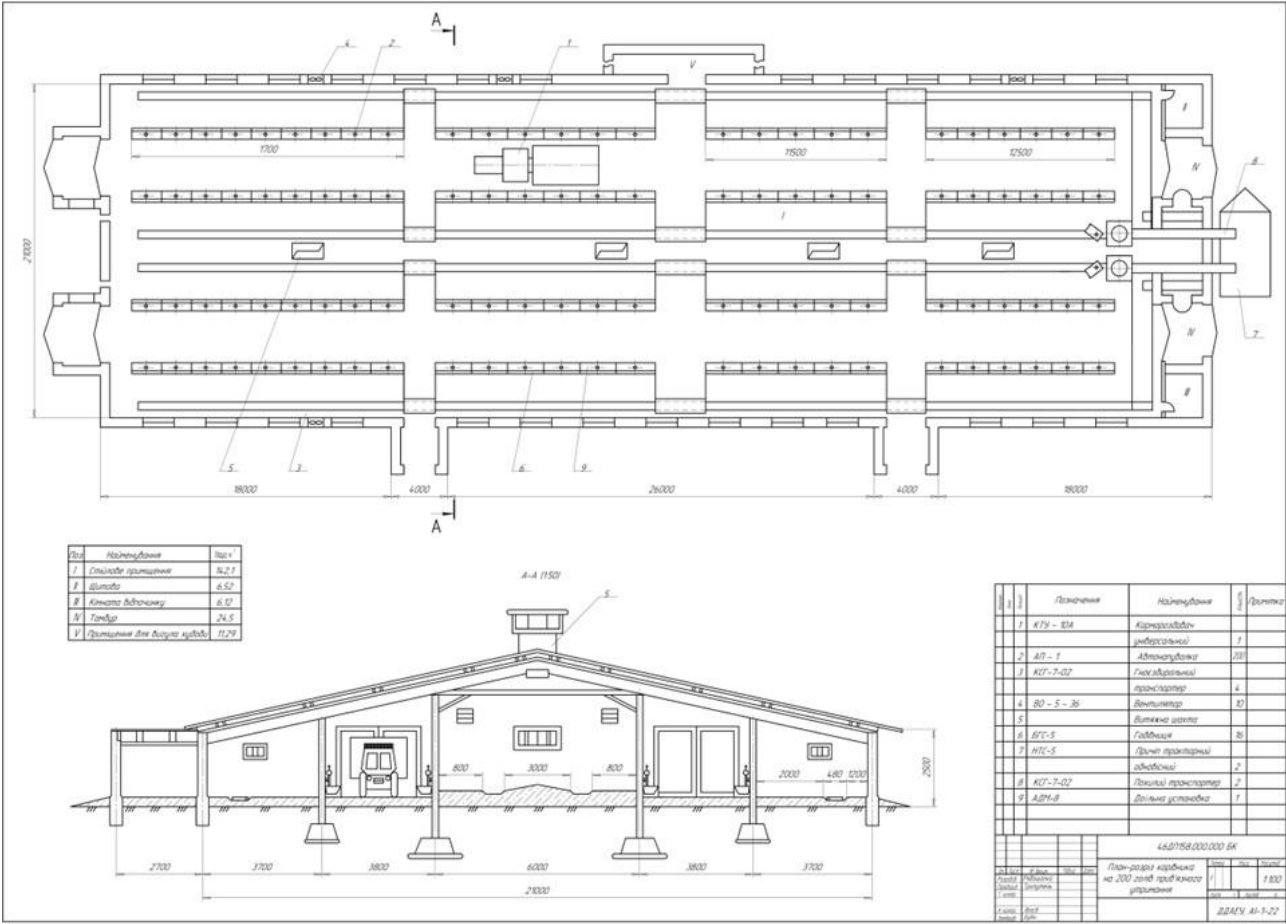
Удосконалення технологічного процесу
видалення гною на молочно-товарній фермі

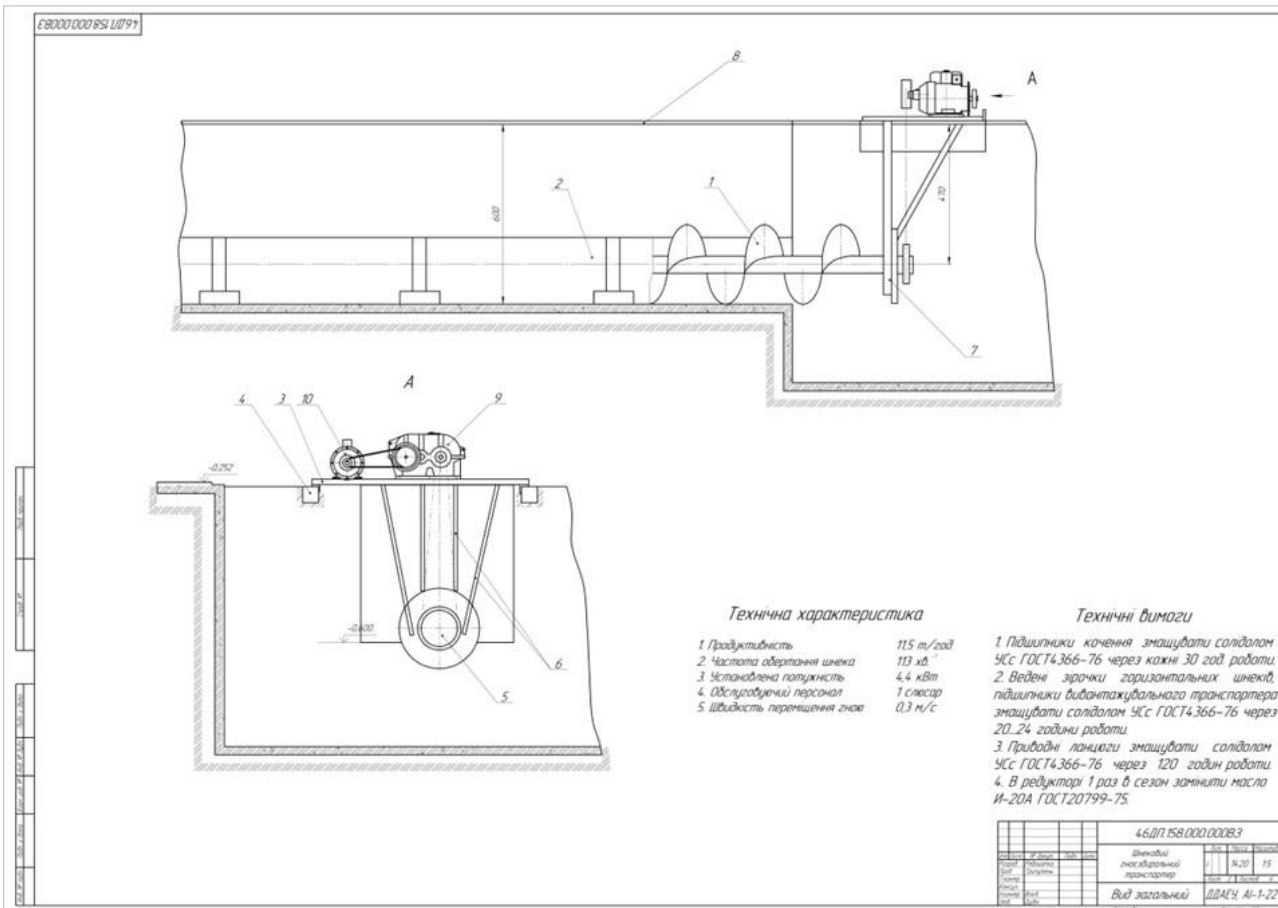
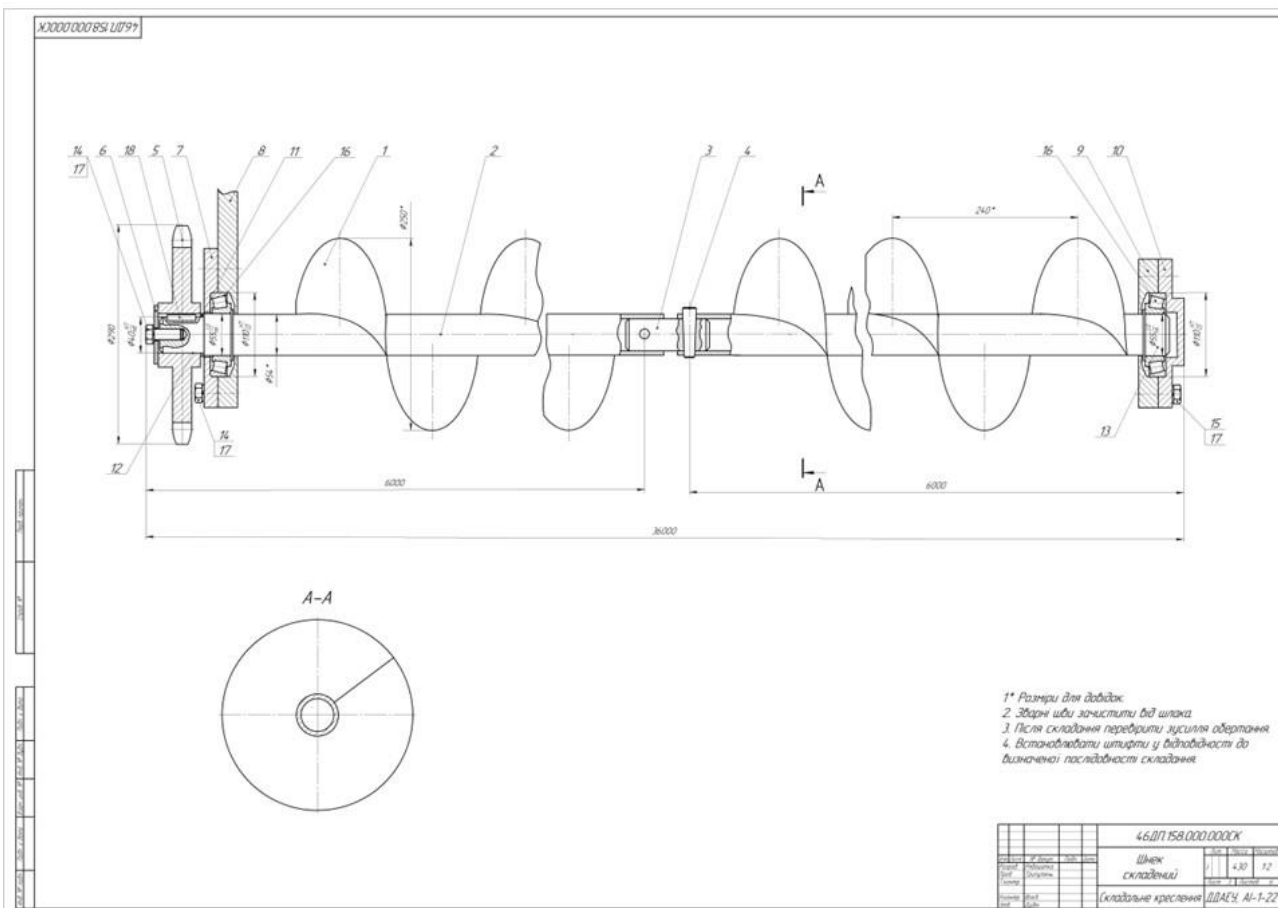
демонстраційний матеріал до дипломного проекту рівня вищої освіти «Бакалавр»

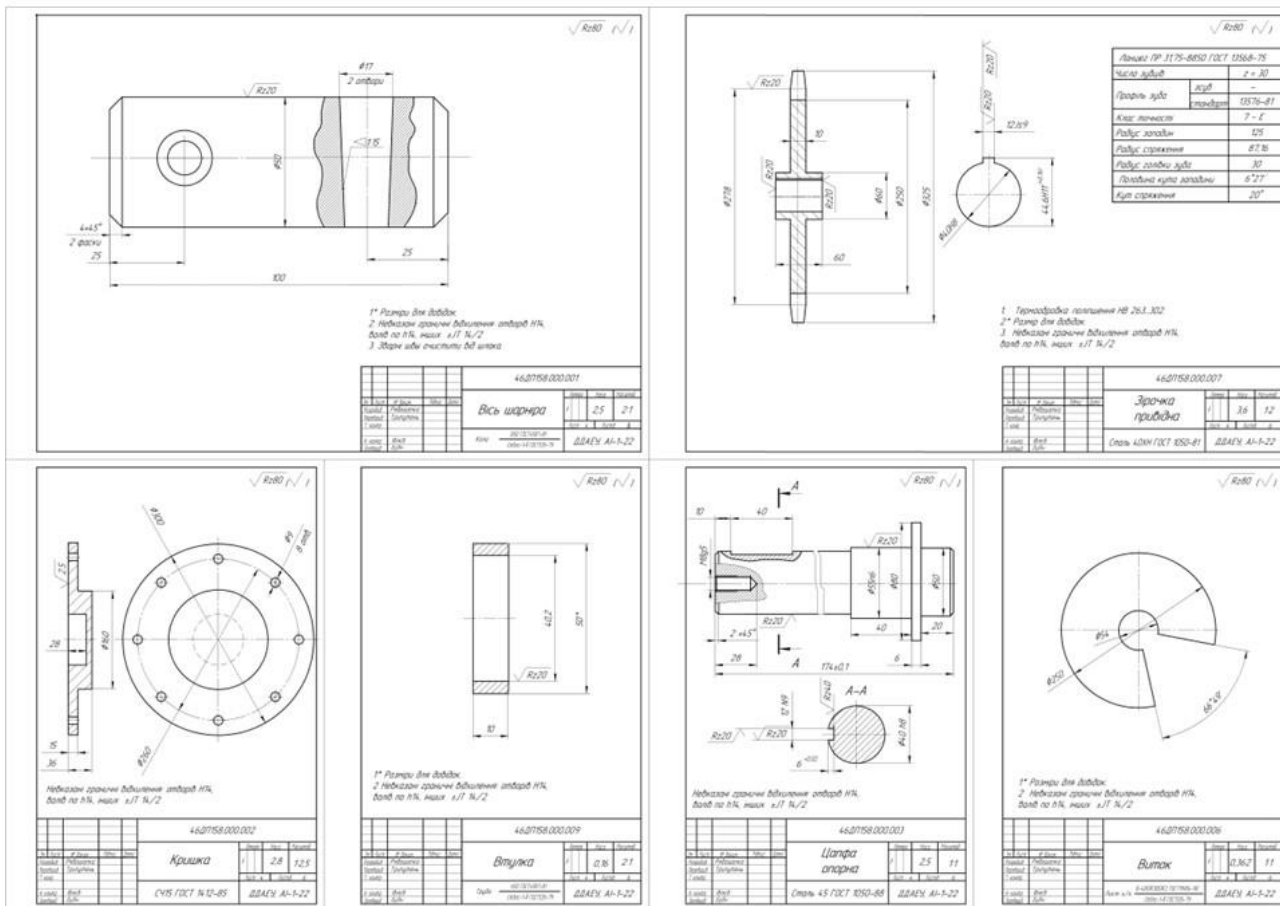
Виконав: студент 3 курсу, групи АІ-1-22
Рябошапка Ігор Миколайович

Керівник: к.т.н., доцент
Трипутень Микола Мусійович

Дніпро-2026







Карта контролю показників безпеки розробленого транспортера гною

№ з/п	Контрольований показник безпеки	Небезпечний або шкідливий фактор	Нормативне/допустиме значення або вимога	Метод контролю	Періодичність контролю
1	Наявність захисних кожухів на приводі, муфтах і передачах	Захолоплення одягу або травмування рухомими частинами	Усі обертові та рухомі елементи повинні бути закриті захисними огороженнями	Візуальний огляд	Перед кожним запуском
2	Справність аварійної зупинки транспортера	Неможливість швидко зупинити обладнання при аварійній ситуації	Кнопка аварійної зупинки повинна забезпечувати негайне відключення приводу	Пробне вмикання та вимикання	Щозміни
3	Стан електропроводки та ізоляції кабелів	Ураження електричним струмом, коротке замикання	Пошкодження ізоляції, оголені проводи та нещільні з'єднання не допускаються	Візуальний огляд, перевірка електриком	Щозміни, планово — раз на місяць
4	Наявність і справність заземлення електродвигуна та металеві рами	Ураження електричним струмом	Усі металеві частини, які можуть опинитися під напругою, повинні бути заземлені	Огляд, перевірка опору заземлення	Перед введенням у роботу, планово
5	Робота приводу без стороннього шуму, вібрації та перегрівання	Руйнування вузлів, аварійна зупинка, травмування	Сторонні удари, різка вібрація та перегрівання не допускаються	Слуховий і візуальний контроль, контроль температури	Під час роботи
6	Стан шнекового робочого органу	Заклинювання, нерівномірне переміщення гною, пошкодження каналу	Лопаті шнека не повинні мати тріщин, деформацій і значного спрацювання	Візуальний огляд після очищення	Щотижня
7	Справність підшипників вузлів транспортера	Перегрівання, руйнування опор, зупинка транспортера	Підшипники повинні працювати без перегріву, люфтів і стороннього шуму	Огляд, контроль нагрівання, перевірка люфту	Щотижня
8	Наявність мастила у вузлах тертя	Прискорене спрацювання деталей, перегрівання	Вузли тертя повинні бути змащені згідно з графіком технічного обслуговування	Перевірка мастильних точок	Згідно з графіком ТО
9	Відсутність сторонніх предметів у гнійовому каналі	Заклинювання шнека, пошкодження робочого органу	У каналі не повинно бути каміння, металевих предметів, інструменту, великих залишків деревини	Візуальний огляд	Перед запуском
10	Стан проходів біля транспортера	Падіння, ковзання, травмування оператора	Проходи повинні бути очищені від гною, слизких забруднень і сторонніх предметів	Візуальний огляд	Щозміни
11	Рівень освітленості робочої зони	Травмування через недостатню видимість	Робоча зона транспортера повинна бути достатньо освітлена для безпечного обслуговування	Візуальний контроль, за потреби — люксметр	Щозміни
12	Справність попереджувальних написів і знаків безпеки	Порушення правил безпечної експлуатації	Біля транспортера повинні бути знаки безпеки, заборони відкривання кожухів під час роботи, вимог і відключення перед ремонтом	Візуальний огляд	Щомісяця
13	Використання засобів індивідуального захисту оператором	Контакт із гнійовою масою, травмування, інфікування	Оператор повинен працювати у спецодязі, гумових чоботах, рукавицях, за потреби — у захисних окулярах	Візуальний контроль	Щозміни
14	Порядок очищення та обслуговування транспортера	Травмування при самовільному пуску або контакті з рухомими деталями	Очищення, ремонт і регулювання виконують тільки після повної зупинки та відключення живлення	Контроль виконання інструкції	Під час ТО і ремонту
15	Санітарний стан зони вивантаження гною	Забруднення території, ковзання, поширення запахів і шкідливих газів	Місце вивантаження повинно регулярно очищатися, розливи гнійової маси не допускаються	Візуальний огляд	Щозміни

				46ДП.158.000.000007			
				Охрана праці			
				ДДАУЧ. АІ-1-2			

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			46ДП.158.000.000ВЗ	Вигляд загальний		
						Сборочные единицы		
Справ. №		A1	1		46ДП.158.000.100	Шнек	8	
			2		46ДП.158.000.200	Станина	1	
			3		46ДП.158.000.300	Опора	1	
			4		46ДП.158.000.400	Короб	2	
			5		46ДП.158.000.500	Привод ланцюговий	1	
			6		46ДП.158.000.600	Стійка	8	
			7		46ДП.158.000.700	Решітна підлога	4	
						Стандартные изделия		
			8			Редуктор 2Ц2-160Н ГОСТ 20373-84	1	
			9			Электродвигун 4А90S4 ГОСТ 19523-84	1	
Подп. и дата								
Инв. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	46ДП.158.000.000ВЗ	
		Разраб.	Рябошанка				Шнековий зноєзбиральний транспортер	
		Пров.	Трипутень					
		Н.контр.	Івлєв				Лит. Лист Листов i 1 1	
		Утв.	Дудін					
		ДДАЕУ, АІ-1-22						

Копіював

Формат А4

