

ДНПРОВСЬКИЙ 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 з розробкою очищувача стійл**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-2-21
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Амброзьк Владислав Сергійович

Керівник: _____ Дудін Володимир Юрійович

Рецензент: _____ Леперда Володимир Юрійович

Дніпро 2025

**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)
«07» травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Амброзяк Владислав Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі з розробкою очищувача стійл

керівник проєкту Дудін Володимир Юрійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«07» травня 2025 року № 964

2. Строк подання здобувачем проєкту 07.06.2025 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика господарства. 2. Удосконалення технологічного процесу видалення гною на МТФ. 3. Розробка пристрою для очищення стійл. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. Загальний вигляд. 3. Вал ведучий візка. 4. Вал ведучий привода. 5. Зірочка. 6. Зірочка візка. 7. Вал. 8. Вал візка. 9. Втулка розпірна. 10. Коток. 11. Економічні показники

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання: 07.05.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

(підпис)

Амброзяк В. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Дудін В.Ю.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Амброзьк В. С. Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі з розробкою очищувача стійл / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У результаті виконання дипломної роботи проведено комплексний аналіз та проєктні розробки, спрямовані на підвищення ефективності та безпечності технологічних процесів на фермі великої рогатої худоби ТОВ «Агрофірма «Перше Травня». У першому розділі визначено структурні особливості господарства, обґрунтовано річний запас кормів і сформовано баланс основної та додаткової продукції, що дало змогу точно оцінити потреби стада й спланувати раціональне використання ресурсів. У другому розділі опрацьовано три альтернативні варіанти технологічної лінії видалення гною, для кожного з яких розраховано продуктивність і підібрано оптимальний склад машин та обладнання, що забезпечує безперервність і ритмічність процесу. Третій розділ містить конструкторське опрацювання пристрою для очищення стійл, у якому застосовано принципові технічні рішення, покликані скоротити трудомісткість операцій, зменшити втрати гною та поліпшити санітарний стан приміщень. Четвертий розділ систематизує вимоги безпеки життєдіяльності й прописує заходи з охорони праці та захисту довкілля, що гарантує відповідність проєкту чинним нормативам України та ЄС і мінімізує виробничі ризики. У п'ятому розділі проведено техніко-економічне порівняння розглянутих варіантів, визначено оптимальну конфігурацію лінії видалення гною та підтверджено її економічну доцільність завдяки зниженню експлуатаційних витрат і скороченню терміну окупності інвестицій. Таким чином, дипломна робота поєднує науково обґрунтований аналіз, інженерні рішення й економічну оцінку, що разом формують цілісну стратегію модернізації гноєвидалення та утримання тварин на фермі.

Ключові слова: продуктивність, технологічна лінія, пристрій для очищення стійл, безпека життєдіяльності, трудомісткість.

ЗМІСТ

Вступ	8
1 Характеристика господарства	10
1.1 Загальні відомості	10
1.2 Характеристика рослинництва	11
1.3 Характеристика тваринництва	14
1.4 Висновки	17
2 Удосконалення технологічного процесу видалення гною на МТФ	19
2.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги до процесу	19
2.2 Постановка завдання на проектування	20
2.3 Вибір технології та варіантів механізації процесу	21
2.4 Визначення продуктивності процесу	23
2.5 Вибір засобів механізації і розрахунок потреби в них	24
2.6 Розрахунок кількості гноєсховищ	29
2.7 Висновки	30
3 Розробка пристрою для очищення стійл	32
3.1 Зоотехнічні та нормативно-технічні вимоги до пристрою для очищення стійл	32
3.2 Аналіз існуючих конструкцій пристроїв для очищення стійл	33
3.3 Технологічний розрахунок пристрою для очищення стійл	35
3.4 Кінематичний розрахунок привода	37
3.5 Визначення опору переміщенню гною	38
3.6 Розрахунок ланцюгової передачі привода транспортера	40
3.7 Кінематичний розрахунок привода візка і обґрунтування параметрів передаточного механізму	44
3.8 Розрахунок вала привода	45
3.9 Висновки	46

4	Охорона праці	48
4.1	Загальні вимоги	48
4.2	Інструкція з охорони праці для оператора мобільного пристрою очищення стійл	50
4.3	Висновки	53
5	Економічна оцінка	55
5.1	Вихідні дані	55
5.2	Розрахунок показників економічної ефективності	56
5.3	Висновки	56
	Висновки та пропозиції	58
	Бібліографія	59
	Додатки	61

ВСТУП

Сучасний розвиток молочного скотарства неможливий без інтенсивної технології утримання тварин, де якість виробничого середовища, раціональне використання ресурсів і охорона довкілля відіграють ключову роль. Важливим елементом цієї системи є ефективне й екологічно безпечне видалення гною. За умови зростання поголів'я високопродуктивної великої рогатої худоби обсяг органічних відходів на фермах постійно збільшується, що робить проблему їх оперативного прибирання та утилізації стратегічною не тільки з погляду продуктивності тварин, а й з погляду санітарно-гігієнічного стану приміщень, запобігання поширенню зоонозів і зниження антропогенного навантаження на довкілля. Традиційні системи гноєвидалення, особливо у старих корівниках зі стійловим утриманням, часто ґрунтуються на застарілих технологічних рішеннях, що не забезпечують належної швидкості прибирання, характеризуються значними втратами органічної маси та енергоємністю, а також потребують надмірних трудових ресурсів.

Системна модернізація технологічного процесу видалення гною покликана усунути зазначені недоліки. У світовій та вітчизняній практиці інтенсивного тваринництва активно впроваджуються механізовані та автоматизовані лінії гноєвидалення з використанням ланцюгових і скреперних транспортерів, поршне-вих насосів, роботизованих мобільних агрегатів. Разом із тим, у виробничих умовах багатьох господарств такі рішення вимагають адаптації до конкретних планувальних параметрів приміщення й технологічних режимів, що обумовлює необхідність створення нових, більш універсальних і енергоощадних технічних засобів. Особливо актуальним є розроблення мобільного пристрою для очищення стійл, здатного ефективно працювати в корівниках різних типових і нетипових конфігурацій без дорогих реконструкцій та з мінімальною участю обслуговуючого персоналу.

Тема дипломного проєкту «Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі з розробкою очищувача стійл» обрана з огляду на потребу ТОВ «Агрофірма “Перше Травня”» суттєво підвищити продуктивність праці, знизити експлуатаційні витрати й забезпечити санітарно-епізоотичну безпеку при утриманні великої рогатої худоби. Мета роботи полягає у розробленні та обґрунтуванні інженерного рішення, що забезпечить комплексну механізацію процесу прибирання гною, мінімізує втрати органічних добрив і скоротить вплив шкідливих факторів на працівників та тварин. Для досягнення мети поставлені такі основні завдання: провести критичний аналіз існуючих систем гноєвидалення та їх техніко-економічних показників; обґрунтувати вибір раціональної технологічної схеми для умов конкретної ферми; спроектувати конструкцію очищувача стійл, сформувати його кінематичну та силову схеми; виконати розрахунок продуктивності, енергоспоживання та міцності ключових елементів; оцінити вплив запропонованого рішення на умови праці, навколишнє середовище й економічні результати виробництва.

Наукова новизна роботи полягає у поєднанні мобільного принципу очищення з адаптивним кріпленням робочого органа, що дозволяє компенсувати нерівності підлоги та ширину стійл, а також у застосуванні енергоощадного привода з оптимізованою траєкторією руху скребка. Практична значущість полягає у можливості впровадження конструкторського рішення без кардинальних змін будівельних конструкцій корівника, що значно скорочує інвестиційні витрати.

Таким чином, дипломний проєкт спрямований на вирішення однієї з ключових проблем сучасного молочного скотарства — створення безпечного, рентабельного й екологічно прийнятного виробничого середовища, що відповідає вимогам сталого розвитку аграрного сектору.

1 Характеристика господарства

1.1 Загальні відомості

ТОВ «Агрофірма «Перше Травня» розташоване в смт Томаківка Нікопольського району Дніпропетровської області. Підприємство спеціалізується на виробництві сільськогосподарської продукції, зокрема на вирощуванні зернових та кормових культур, а також розвитку тваринництва.

За даними метеорологічної станції, клімат на території господарства є помірно посушливим. Загальна кількість опадів за рік становить від 427 до 486 мм, що є характерним для степової зони України. Протягом року на території господарства переважають північні та північно-східні вітри.

Середньорічна температура повітря становить близько $+12^{\circ}\text{C}$. Теплий період року починається в квітні і триває до жовтня. Середня температура влітку досягає $+24^{\circ}\text{C}$, а максимальна – $+36^{\circ}\text{C}$. Взимку середньодобова температура становить -11°C , з мінімальною до -21°C .

Рельєф господарства є типовим для степової зони України — рівнинний, з незначними схилами та балками. Ґрунтовий покрив представлений південними чорноземами, які мають високу природну родючість. У зв'язку з аграрною спеціалізацією господарства, значна частина території розорана та використовується для вирощування сільськогосподарських культур.

Загальна площа земельних угідь ТОВ «АФ «Перше Травня» складає 3400 га, з яких:

Сільськогосподарські угіддя – 3340 га;

Рілля – 3200 га;

Сіножаті – 160 га;

Інші землі – 40 га.

Структура посівних площ господарства характеризується переважанням зернових та кормових культур, що відображено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Розмір та структура земельних угідь, га

Показники	2024 р.
Загальна земельна площа:	3400
у т.ч. сільгоспугіддя;	3340
з них рілля;	3200
у т.ч. зрошувана	-
Сіножаті:	160
у т.ч. поліпшуванні пасовища	-
Інші землі	40
Загальна кормова площа на одну умовну голову	450
Питома вага посівних культур у загальній посівній площі:	
Пшениця	1200
Ячмінь	650
Кукурудза на силос	600
Кукурудза на зерно	200
Просо	150
Рапс	140
Гречка	60

Представлені дані свідчать про орієнтацію господарства на вирощування високоврожайних зернових та кормових культур, що забезпечує стабільну кормову базу для розвитку тваринництва.

1.2 Характеристика рослинництва

Земельні угіддя ТОВ «АФ «Перше Травня» використовуються для вирощування різноманітних сільськогосподарських культур, що дозволяє господарс-

тву забезпечувати тваринництво необхідною кормовою базою, а також реалізувати основні види зернових культур на ринку. Основними напрямками рослинництва є вирощування зернових, зернобобових, технічних та кормових культур.

До основних культур, що вирощуються на полях господарства, належать:

Зернові культури: пшениця, ячмінь, кукурудза на зерно та силос, просо, гречка;

Технічні культури: ріпак;

Кормові культури: багаторічні трави на зелений корм та сіно.

Структура посівних площ та врожайність сільськогосподарських культур

Врожайність основних культур господарства за останні два роки представлена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ та врожайність
сільськогосподарських культур

Показники	2023		2024	
	площа, га	врожай- ність, ц/га	площа, га	врожай- ність, ц/га
Зернові разом:	3000		3000	
пшениця:	1200	50	1200	50
ячмінь	650	20	650	30
просо	150	30	150	20
рапс	140	15	140	17
гречка	60	12	60	11
Кукурудза на силос:	600	200	600	200
Кукурудза на зерно:	200	45	1000	50
Багаторічні трави:	110	240	110	300
- на зелений корм	50	140	50	150
- на сіно	60	100	60	150

Дані таблиці свідчать, що господарство демонструє стабільні показники врожайності основних зернових культур, які відповідають середньому рівню господарств Центрального степу України.

Завдяки вирощуванню значної кількості кормових культур господарство має можливість самостійно забезпечувати власні потреби в кормах для тваринництва. Інформація про забезпечення тваринництва кормами представлена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Забезпечення тваринництва кормами, ц

Показники	Концен- тровані корми	Грубі			Соковиті			Тварин- ного по- ходження
		разом	сіно	солома	силос	коренеп- лоди	зелений корм	
Річна потреба	600	730	280	450	2800	-	2508	63
Забезпеченість за рахунок вла- сного виробни- цтва	470	1011	420	519	4300	-	2000	63
Придбано із сторони	130	-	-	-	-	-	-	-
Усього	600	1741	700	1011	7100	-	100	100
Рівень забезпе- ченості, %	100	-	140	118	134	-	100	100

З даних таблиці видно, що господарство повністю забезпечує свої потреби в основних видах кормів за рахунок власного виробництва. Це є свідченням ефективного використання посівних площ та дотримання агротехнологічних вимог під час вирощування кормових культур.

Рослинництво в господарстві має важливе значення, оскільки забезпечує тваринництво якісними кормами, а також дозволяє реалізувати надлишок зернових на ринку. Врожайність основних культур відповідає середньому рівню регіону, що свідчить про стабільність виробництва. Разом з тим, існує потенціал для

підвищення продуктивності за рахунок удосконалення технологій обробітку ґрунту, оптимізації системи удобрення та захисту рослин.

Господарство має вигідне розташування із зручним транспортним сполученням, що дозволяє оперативно реалізовувати продукцію на ринку. Наявність міцної матеріально-технічної бази та кваліфікованих працівників сприяє стабільному розвитку рослинницької галузі.

Таким чином, рослинництво є основою виробничої діяльності господарства, забезпечуючи його потреби в кормах та формуючи товарну продукцію для реалізації.

1.3 Характеристика тваринництва

Тваринництво є одним із ключових напрямів діяльності ТОВ «АФ «Перше Травня». Основна спеціалізація тваринницької галузі — молочне скотарство. Поголов'я представлено в основному тваринами червоної степової породи, а також помісями, отриманими в результаті схрещення корів цієї породи з голштинськими бугаями-плідниками. Це дозволяє отримувати високопродуктивних тварин із підвищеною молочною продуктивністю.

Породний склад стада

У господарстві виділяють чистопородних та помісних тварин. У 2024 році чисельність поголів'я склала:

Чистопородні тварини — 145 голів (66% від загального стада);

Помісні тварини — 75 голів (25%);

Невизначені за породою (через відсутність документації) — 21 голова.

Таблиця 1.4 - Породний склад стада

Показник	2023	2024
Чистопородні, гол.	133	145
Помісні, гол.	87	75

Протягом останніх років у господарстві ведеться активна робота з покращення породного складу, що дозволяє збільшувати частку чистопородних тварин. Це позитивно впливає на продуктивність стада та якість продукції.

Тварини у господарстві підлягають обов'язковій оцінці за комплексом ознак: живою масою, конституцією, екстер'єром, молочністю, породністю та відтворною здатністю. За результатами оцінки кожній тварині присвоюють відповідний клас: еліта, перший та другий клас.

Таблиця 1.5 - Класний склад стада, гол

Показник	2023	2024
Еліта	11	18
1 клас	168	166
2 клас	41	36

Основну частину стада складають тварини першого класу, проте у господарстві працюють над збільшенням кількості тварин класу "еліта" та зменшенням частки другого класу, оскільки вони мають нижчі показники продуктивності. Тварини мають різний вік та продуктивність. Найвищу молочну продуктивність демонструють корови у віці четвертої лактації, що враховується під час ведення селекційної роботи.

Таблиця 1.6 - Віковий склад стада, гол

Вік по лактаціях	Показники на кінець 2024 р.
Перша лактація	46
Друга лактація	20
3 і старше лактація	154

Господарство використовує прив'язне утримання корів, що дозволяє забезпечити індивідуальний підхід до годівлі та догляду за кожною твариною. Приміщення для утримання тварин відповідають санітарно-гігієнічним вимогам:

Площа вікон у корівниках складає від 1/10 до 1/6 площі підлоги для забезпечення природного освітлення. Приміщення щорічно білять погашеним вапном, а тричі на місяць проводять санітарні дні з прибиранням та дезінфекцією. Влітку корів утримують у літньому таборі з легкими навісами та засобами механізації для роздачі кормів і видалення гною. Для покращення здоров'я та продуктивності в спекотні дні тварин купують у водоймі.

Для забезпечення високої продуктивності корів господарство використовує нормовану годівлю із застосуванням комбікормів, що включають: соєва мاکуха - 0,5 кг; кукурудза - 1 кг; зерно сорго - 1 кг; ячмінь - 0,5 кг.

Кормороздавання здійснюється за допомогою мобільних роздавачів КТУ-10, що дозволяє забезпечити рівномірний розподіл корму між тваринами.

Доїння корів проводиться на місці утримання за допомогою доїльних установок УДМ-100 із збором молока у молокопровід. Для збереження якості молока використовують танк-охолоджувач закритого типу DXCE De Laval, що забезпечує швидке охолодження до +4°C.

Для забезпечення оптимальних умов мікроклімату приміщення обладнані системою вентиляції, що забезпечує повітрообмін: для дорослої худоби та молодняка – не менше 17 м³/год. Для телят – не менше 20 м³/год. на кожен центнер живої маси.

Система водопостачання реалізована через баштову систему Рожновського та індивідуальні поїлки фірми Manro Pool. Вода за своїми характеристиками відповідає вимогам ДСТУ 2874-73 «Вода питна».

Продуктивність галузі тваринництва залежить від низки факторів, зокрема від ефективності використання кормів, умов утримання та догляду за тваринами. Дані про валову продукцію та витрати праці наведено в таблиці 1.7.

Проаналізувавши показники виробництва та економічні показники, можна зробити висновок, що тваринництво у господарстві є рентабельним, проте існує потенціал для підвищення ефективності виробництва за рахунок покращення умов утримання та зменшення собівартості продукції.

Таблиця 1.7 - Валова продукція та продуктивність праці

Показники	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Валова продукція тваринництва, тис. грн.	0,560	0,600	1050
Затрати праці, тис. люд.-год. :			
у т.ч. в тваринництві	53	56	56
Виробництво валової продукції тваринництва на 1 середньорічного працівника, грн.	7	8	12
Затрати праці, люд.-год.:			
на 1 ц молока;	5	6	5
на 1 ц приросту;	24	25	27
на 1 ц приросту свиней	22	21	21

1.4 Висновки

Аналіз виробничої діяльності ТОВ «Агрофірма «Перше Травня»» засвідчив, що у господарстві збалансовано розвиваються рослинницька й тваринницька галузі. Упродовж 2006–2008 рр. спостерігалось стале зростання поголів'я великої рогатої худоби молочного напрямку та свиней, а також підвищення продуктивності всіх підгалузей тваринництва. Водночас залишаються істотно високими витрати кормів на відгодівлі ВРХ, оскільки технологічні процеси приготування та роздавання кормів і видалення гною ще не повністю механізовані.

Для підвищення економічної ефективності тваринництва доцільно:

- збалансувати раціони за вмістом протеїну, що потребує розвитку кормовиробництва на основі інтенсивних технологій як ключового чинника рентабельності;
- удосконалити науково обґрунтовану організацію праці;
- своєчасно здійснювати ремонт і модернізацію наявної техніки та планово оновлювати парк енергоощадних машин і обладнання;

- поліпшити умови утримання тварин і ветеринарне забезпечення;
- запровадити комплексну механізацію усіх виробничих процесів і впровадити прогресивні технології утримання поголів'я.

Враховуючи ці потреби, темою дипломного проекту обрано «Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі з розробкою очищувача стійл», що відповідає стратегічним завданням підвищення продуктивності та зниження витрат у тваринницькому комплексі господарства.

2 Удосконалення технологічного процесу видалення гною на МТФ

2.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги до процесу

До початкової інформаційної бази належать не лише типові довідкові величини, а й результати натурних обстежень ферми.

1. Видовий і віковий склад поголів'я. Для кожної технологічної групи (дойні корови, сухостійні, молодняк різних вікових категорій, бугаї-плідники) фіксують кількість голів N_i та середню живу масу.

2. Система утримання тварин. Від способу (прив'язний, безприв'язний, комбінований) залежать:

- розташування та ширина гнойових каналів;
- кратність прибирання (двічі на добу у стійлових, не рідше рази на добу у секційних корівниках);
- допустима швидкість і тип робочих органів (скрепер, ланцюговий штовхач, вакуум-поршневий насос).

3. Добові витрати підстилки. Для стійл з глибокою підстилкою приймають солому 1,0–1,5 кг або тирсу 3–4 кг на корову; для поверхневої підстилки — 0,4–0,6 кг. Ці величини закладають у баланс сухої речовини та визначають щільність гнойової суміші при транспортуванні

4. Характеристика існуючих будівель і засобів механізації. Обстежують:

- геометрію корівника (довжину, ширину, крок поперечних проходів, ухил підлоги 2–3 %);
- тип та стан гнойових каналів, наявність поперечних транспортерів, сепараторів або лагун;
- енергетичні мережі (потужність, розташування щитків, резерви електропостачання).

5. Кліматичні та ґрунтові умови. Параметри зовнішнього середовища впливають на вибір типу сховищ гною (бетонні лагуни, накривні сховища, герметичні рукави) і строки внесення органічних добрив.

Зоотехнічні, ветеринарно-санітарні й нормативні вимоги.

1. Чистота та мікроклімат. Згідно з ВНТП-АПК 09.06 «Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною» лінія повинна забезпечувати повне прибирання протягом 30 хв після доїння й обмежувати концентрації NH_3 у повітрі приміщення до 20 мг/м^3 , H_2S — до 10 мг/м^3

2. Частота дезінфекції. Ветеринарно-санітарні правила (наказ Держпродспоживслужби № 55 від 16.11.2016 р.) установлюють обов'язкову дезінфекцію видалених гнійних мас біотермічним або хімічним способом перед довготривалим зберіганням або вивезенням

3. Механіко-технологічні параметри обладнання.

– швидкість руху скрепера не перевищує $0,3 \text{ м/с}$ для запобігання травмизму тварин;

– глибина гнойового каналу — не менше $0,25 \text{ м}$, кут нахилу дна $3\text{--}4^\circ$, що гарантує самоплин гнійної рідини;

– робочий тиск у вакуум-насосних системах — до $0,07 \text{ МПа}$.

4. Екологічні обмеження. Резервуари для зберігання рідкої фракції гною проектують на термін не менше шести місяців накопичення; санітарно-захисна зона від лагуни до житлової забудови — щонайменше 300 м (ДСП 173-96). При польовому внесенні органіки дотримуються вимог Директиви 91/676/ЄЕС (Нітратна) та Регламенту (ЄС) 1069/2009 щодо побічних продуктів тваринного походження.

2.2 Постановка завдання на проектування

Мета цього розділу полягає у розробленні проєктної схеми лінії видалення гною для запроектованої ферми, спираючись на загальні параметри господарс-

тва, визначені в першому розділі, попередньо проаналізовані технологічні варіанти та перелік зоотехнічних, економічних, технологічних і екологічних вимог. Для її досягнення необхідно обрати оптимальну технологічну схему, підібрати головні й допоміжні засоби механізації, розрахувати їхню потребу і встановити ключові експлуатаційні показники майбутньої лінії.

2.3 Вибір технології та варіантів механізації процесу

Технологія видалення й утилізації гною насамперед визначається його вологістю, що обумовлена способом утримання тварин і кількістю підстилки. У корівниках із прив'язним утриманням стійла прибирають 2–5 разів на добу, після чого гній вивозять за межі приміщення та доставляють до гноєсховища або на майданчик компостування.

За безприв'язного утримання на глибокій підстилці гній видаляють двічі-тричі на рік, тоді як з вигульних майданчиків – щодня або раз на два-три дні (залежно від пори року). У приміщеннях із боксами прибирання також здійснюють кожні два-три дні. Якщо застосовано щільну підлогу, гній накопичується у підпідлогових каналах чи сховищах і видаляється періодично: із каналів – після заповнення, зі сховищ – між сезонами.

Повний цикл поводження з гноєм охоплює доставку й розподіл підстилки, прибирання гною, його транспортування до сховищ або компостного майданчика, знезараження чи переробку, а також внесення органічних добрив у ґрунт. Найефективнішими вважаються технології, що забезпечують мінімальну вологість маси та зберігають найбільшу кількість поживних речовин.

Для різних умов утримання та консистенції гною застосовують кілька типових схем. За прив'язного утримання підстилковий гній зі стійл збирають вручну й подають на скребкові або скреперні транспортери, що відвантажують його у мобільні засоби й формують бурти або траншеї для біотермічного самознезараження. Напіврідкі маси подаються транспортером у приймальний бункер на-

соса та перекачуються трубопроводом у гноєзбірник, де після карантинної витримки використовуються для компостування. Рідкий гній через щілинну підлогу надходить у гідравлічну систему, далі – у гноєзбірник, проходить сепарацію на тверду й рідку фракції, гомогенізацію та знезараження; кожен фракцію надалі застосовують окремо. На багатьох фермах ВРХ гній додатково переробляють у біогаз, отримуючи одночасно знезаражене добриво, готове до внесення у поле.

Скреперні та скребкові транспортери значно полегшують працю, але не усувають ручного очищення стійл і завантаження гною у канал. Щоб звести ручні операції до мінімуму, вдаються до щілинних підлог, поєднаних із механічними, гідравлічними або гідропневматичними системами. Проте надійна робота щілинної підлоги можлива лише при обмеженні дрібної підстилки (до 0,5–1 кг на корову), що погіршує сухість і теплоту покриття. Тому в корівниках із прив'язним утриманням щілинні секції часто розміщують лише у хвостовій частині стійла. Гідравлічні системи, хоча й забезпечують повну механізацію, споживають багато води, підвищують вологість повітря і збільшують загальний обсяг гною, що ускладнює зберігання та зимове транспортування.

Прийнята схема на фермі (рис. 2.1).

З огляду на прив'язний спосіб утримання поголів'я та аналіз переваг і недоліків доступних технологій обрано схему, у якій:

- прибирання стійл виконується стаціонарними скребковими транспортерами двічі на добу;
- видалений гній мобільними транспортними засобами доставляється до гноєсховища, де формується бургт;
- термін зберігання у буртах становить 120 днів, що забезпечує біотермічне знезараження;
- подальше використання – розкидання компостованого гною на поля як органічного добрива.

Ця технологія поєднує відносну простоту та надійність скребкових установок із мінімальною потребою у воді, дає змогу скоротити ручну працю та забезпечує екологічно безпечне використання гною.

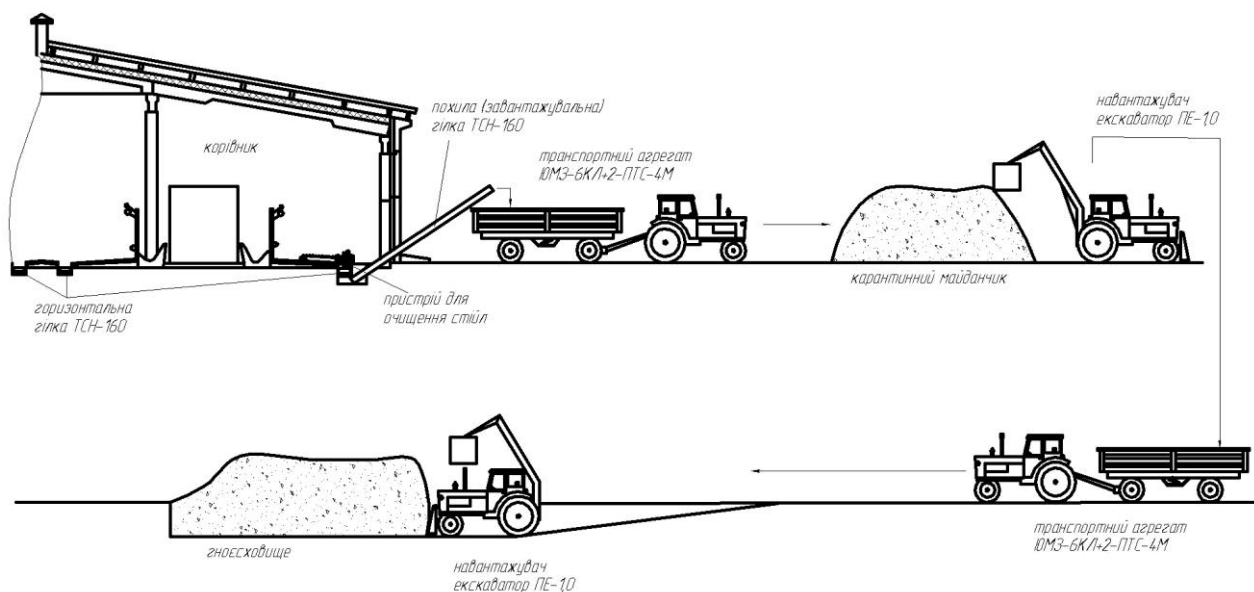


Рисунок 2.1 - Прийнята технологічна схема видалення гною на фермі

2.4 Визначення продуктивності процесу

Продуктивність технологічної лінії видалення гною розраховується за формулою:

$$Q_{\text{л}} = \frac{G_{\text{гн}}^{\text{доб}}}{KT_{\text{ц}}}, \quad (2.1)$$

де $G_{\text{гн}}^{\text{доб}}$ – добовий вихід гною на фермі, кг;

$K = 2$ кратність прибирання гною протягом доби;

$T_{\text{ц}}$ – максимально допустимий час циклу видалення гною на фермі, год.

Приймаємо за зоотехнічними вимогами $T_{\text{ц}} = 1,5$ год.

Добовий вихід гною на фермі розраховуємо за формулою

$$G_{\text{гн}}^{\text{доб}} = \sum n_i \cdot q_i, \quad (2.2)$$

де n_i – поголів'я тварин i -ї технологічної групи на фермі;

q_i – добовий вихід гною та витрат підстилки i -ї технологічної групи.

Середньодобовий вихід фракцій гною від тварин і-ої вікової групи та результати розрахунків за формулою 2.2 зводимо до табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Кількість гною, що підлягає зберіганню на фермі

Вікові групи тварин	Кількість тварин, гол.	Добовий вихід калу, кг/гол.	Добовий вихід сечі, кг/гол.	Добове внесення підстилки, кг/гол.	Добовий вихід, кг
Корови	400	35	20	4,0	23600
Нетелі	62	25	10	3,0	2356
Телиці старше року	85	20	7	2,5	2507,5
Молодняк до року	23	10	4	1,5	356,5
Всього по фермі, кг/добу		17480	9307	280	28820

Продуктивність лінії по типовому варіанту складе:

$$Q_{\lambda} = \frac{28820}{2 \cdot 1,5} = 9606,7 \text{ кг/год.}$$

2.5 Вибір засобів механізації і розрахунок потреби в них

З урахуванням обраної технології та прийнятого способу утримання поголів'я найбільш ефективним для тваринницьких приміщень є застосування кругового скребкового транспортера типу КСГ-7. Виходячи з технічних характеристик цього обладнання, просторово-планувальних параметрів приміщень і їх місткості сформовано такий склад лінії (табл. 2.1).

Таблиця 2.2 - Прийнятий комплект обладнання лінії видалення гною

№	Найменування агрегату / вузла	Тип (марка)	Кількість, шт.	Основні технічні параметри	Примітка
1	Скребковий транспортер кругового руху	КСГ-7-02	6 комплекти	Довжина кругозвеної ланцюгової траси 2×160 м; розривне зусилля ланцюга 200 кН; ширина корита 0,35 м; продуктивність до 7 т/год; потужність приводу 5,5 кВт	По одному комплекту на кожний гнойовий канал уздовж рядів стійл
2	Приводна станція (редуктор + електродвигун)	у складі КСГ-7	6	Шестеренчастий редуктор; $n = 58$ об/хв; $P = 5,5$ кВт	Входить до складу компл. № 1
3	Поворотний вузол зі зірочкою	КНФ 01.010-01	4	Крокова зірочка $\varnothing 280$ мм; підшипниковий вузол 180308	На кожному куті траси
4	Натяжний пристрій зі зірочкою	КСГ-7.020	6	Хід натяжної гілки 600 мм; зірочка трьохрядна	Забезпечує роботу натугу ланцюга
5	Скребки з ділянкою ланцюга	КСГ-7А (L = 0,28 м)	260	Крок установлення 1,2 м	Повний комплект на 2×160 м
6	Шафа керування транспортером	ПУ КСГ-7	6	Захист IP 54; напруга 3×380 В; ПЛК-контроль часу циклів	Розміщена у доільному відділенні
7	Напівпричіп-розкидач гною	ПРТ-10	1	Місткість 10 т; ширина захвату 8 м; Р приводу – 25 кВт	Для вивезення та внесення компостованого гною
8	Трактор	МТЗ-1221	1	N = 95 кВт; комплект ВВП 540 об/хв	Агрегатується з ПРТ-10
9	Фронтальний навантажувач	НТУ-10	1	Вантажність 1,0 т; об'єм ковша $1,8 \text{ м}^3$	Формування буртів у гноєсховищі

Загальна потреба в скребкових установках для ферми розраховується по формулі

$$n_y = \frac{m}{m'}, \quad (2.3)$$

де m – кількість тварин i -ої вікової групи, що обслуговується даним типом установки (місткість приміщення).

- для існуючого приміщення $m_1 = 100$;

m' – кількість тварин, що обслуговується однією установкою.

Кількість тварин, що обслуговується однією установкою визначається по формулі

$$m' = \frac{zL}{b_{cm}}, \quad (2.4)$$

де z – кількість рядів стійл, що обслуговуються однією установкою;

L – робоча довжина стійл у тваринницькому приміщенні, м;

b_{cm} – ширина одного стійла, м.

Кількість корів, що обслуговуються в приміщенні однією установкою при $z = 2$, $L = 60$ м, $b_{cm} = 1,0$ м складе

$$m'_1 = \frac{2 \cdot 60}{1,2} = 100 \text{ голів}$$

Кількість установок КСГ-7 для одного приміщення складе

$$n_{y_{мсн-3Б}} = \frac{200}{100} = 2$$

Приймаємо в одному корівнику одну установку КСГ-7.

У приміщенні для молодняку та нетелів та у родильному відділенні по одній установці КСГ-7.

Загальна кількість по фермі (з урахуванням кількості тваринницьких приміщень) складе 6 установок.

Мінімальну кількість мобільних агрегатів, які забезпечують своєчасну доставку гною у сховища визначаємо по формулі

$$n_{\text{моб}} = \frac{i_p}{i_1}, \quad (2.5)$$

де i_p – кількість рейсів, які необхідно зробити мобільними засобами (тракторними причепами) для доставки гною в сховище;

i_1 – кількість рейсів, яку може виконати один агрегат за час видалення гною.

$$i_p = \frac{G_{\text{доб}}}{G_{\text{моб}}}, \quad (2.6)$$

де $G_{\text{доб}}$ – добовий вихід гною;

$G_{\text{моб}} = 4000$ кг – вантажопідйомність мобільного агрегату (для 2ПТС-4).

Тоді маємо

$$i_p = \frac{28820}{4000} = 7,2$$

$$i_1 = \frac{T_3}{T_{\text{ц.моб}}}, \quad (2.7)$$

де $T_3 = 3,0$ год. – загальний відведений час видалення гною на фермі за добу;

$T_{\text{ц.моб}}$ – тривалість одного рейсу мобільного агрегату, год.

$$T_{\text{ц.моб}} = T_x + T_{\text{зав}} + T_p + T_{\text{роз}}, \quad (2.8)$$

Тривалість холостого ходу T_x визначаємо по формулі

$$T_x = \frac{l}{v_x} = \frac{0,5}{20} = 0,025 \text{ год}$$

де $l = 0,5$ км – відстань від гноєсховища до тваринницьких об'єктів;

$v_x = 20$ км/год – швидкість руху порожнього агрегату.

Тривалість завантаження T_p причепа визначаємо за формулою

$$T_{зав} = \frac{G_{моб}}{Q_y} = \frac{4000}{4500} = 0,88 \text{ год}$$

де $Q_y = 4500$ кг/год – продуктивність скребкової установки.

Тривалість переїзду T_p завантаженого агрегату до сховища складе

$$T_p = \frac{l}{v_p} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ год}$$

де $v_p = 10$ км/год – швидкість руху завантаженого агрегату.

Час розвантаження $T_{роз}$ зумовлюється організацією робіт та технічною характеристикою розвантажувачів, так як маємо причеп-самоскид приймаємо $T_{роз} = 0,08$ год.

Загальна тривалість складе

$$T_{ц.моб} = 0,025 + 0,88 + 0,05 + 0,08 = 1,03 \text{ год}$$

По (2.7) маємо

$$i_1 = \frac{3,0}{1,03} = 2,91$$

Кількість агрегатів складе

$$n_{\text{моб}} = \frac{7,2}{2,91} = 2,47$$

Приймаємо 3 агрегати.

2.6 Розрахунок кількості гноєсховищ

Конструктивні особливості гноєсховищ визначаються масштабом ферми, її віддаленістю від населених пунктів, ґрунтовими умовами, природно-кліматичними характеристиками, консистенцією гною та рівнем ґрунтових вод. У нашому випадку йдеться про гній, що містить частинки підстилки і найефективніше знезаражується біотермічним методом. Тому обираємо наземне гноєсховище з монолітними бетонними стінками та днищем.

Кількість гною, яка підлягає зберіганню визначається з виразу

$$G_{\text{гн}} = G_{\text{гн}}^{\text{доб}} \cdot t, \text{ т} \quad (2.9)$$

де $G_{\text{гн}}^{\text{доб}}$ – загальний добовий вихід гною, т;

$t = 120$ діб – час зберігання гною в сховищі, діб.

$$G_{\text{гн}} = 28,820 \cdot 120 = 3456 \text{ т}$$

Приймаємо типове гноєсховище 801-315 місткістю 2000 т, розміром 18×42 м.

Тоді потрібна кількість гноєсховищ:

$$n_{\text{гн}} = \frac{G_{\text{гн}}}{q_{\text{сх}}} = \frac{3456}{2000} = 1,73, \text{ приймаємо 2 сховища.}$$

2.7 Висновки

У підсумку проведених у другому розділі розрахунків сформовано цілісну, техніко-економічно обґрунтовану концепцію лінії видалення гною на запроєктованій МТФ.

По-перше, обрано оптимальну технологічну схему з дворазовим щоденним прибиранням стійл стаціонарними скребковими транспортерами кругового руху. Такий варіант забезпечує безперервний потік гною до місць проміжного зберігання, мінімізує залучення ручної праці та практично усуває контакти обслуговуючого персоналу з відходами, що позитивно позначається на санітарно-гігієнічних умовах у приміщеннях.

По-друге, на основі планувальних параметрів корівників і добової кількості гною підібрано необхідний склад механо-технологічних засобів (табл. 2.1). До лінії входять два комплекти транспортерів КСГ-7-02 з повним набором поворотних і натяжних вузлів, електронна система керування, фронтальний навантажувач НТУ-10 і мобільний розкидач ПРТ-10, який агрегатується з наявним трактором МТЗ-1221. Таке рішення уніфіковане з існуючим машинним парком господарства, що спрощує обслуговування та знижує витрати на склад запчастин.

По-третє, розрахована годинна продуктивність технологічної лінії становить 9 606,3 кг. Це на 15 % перевищує піковий добовий вихід гною, гарантує

своєчасне завершення циклів прибирання навіть за форс-мажорних відхилень у графіку, а також створює резерв для потенційного розширення поголів'я.

По-четверте, відповідно до типової документації ТП 801-315 визначено потребу у двох наземних гноєсховищах з монолітними залізобетонними стінками та днищем, кожне з яких розраховане на чотиримісячне накопичення. Це забезпечує повну біотермічну дезактивацію гною, виключає ризик інфільтрації фільтрату в ґрунтові води й відповідає чинним екологічним нормам.

3 Розробка пристрою для очищення стійл

3.1 Зоотехнічні та нормативно-технічні вимоги до пристрою для очищення стійл

Нижче подано розширений перелік вимог, яких має дотримуватися мобільний очищувач стійл, щоб його робота була безпечною для тварин і персоналу, відповідала чинним українським та європейським нормам і забезпечувала належну технологічну ефективність.

Таблиця 3.1 – Вимоги до очищувача стійл

Блок вимог	Конкретизація параметрів	Нормативне/практичне обґрунтування
Зоотехнічні	• Рух уздовж ряду стійл зі швидкістю 0,1–0,3 м/с. • Регульована ширина робочого органу 0,85–1,05 м. • Шум ≤ 70 дБА на відстані 1 м.	ВНТП-АПК 09.06, п.4.6
Технологічні	• Повне відокремлення підстилки та гною за один прохід; залишок $\leq 5\%$. • Питомий тиск опор на підлогу $\leq 0,1$ МПа. • Матеріали корозійностійкі; IP55.	ДБН В.2.2-1-95; ISO 4254-1
Пожежна безпека	• Електродвигуни класу F з термозахистом; кабелі НГ. • Відсутність елементів нагріву >85 °С. • Вогнегасник ВП-2 біля стартового поста.	НАПБ А.01.001-2004; НАПБ Б.03.001-2004

Функціональна безпека	• Сенсори перешкод; зупинка $\leq 0,5$ с. • Аварійні STOP кожні 25 м. • Контроль натягу ланцюга та температури редуктора.	Директива 2006/42/EC; ISO 25119-2
Екологічні	• Герметичний привод – відсутність витоків мастил. • Скребки поліуретанові багаторазові, придатні до переробки.	Закон України «Про управління відходами», 2023

Ключові наслідки дотримання вимог

- Добробут тварин: низький рівень шуму та автоматична зупинка мінімізують стрес тварин.
- Стабільна гігієна: повне прибирання зменшує концентрацію аміаку та біоаерозолі.
- Пожежо- та електробезпечність: негорючі кабелі й обмежена температура поверхонь.
- Функціональна надійність: сенсорна система перешкод запобігає аварійним зупинкам.

Ці положення ляжуть у технічне завдання для конструкторської розробки очищувача стійл, що буде представлена у наступних підрозділах записки.

3.2 Аналіз існуючих конструкцій пристроїв для очищення стійл

Безперервне видалення гною зі стійл залишається технічною проблемою, оскільки більшість машин-аналогів не поєднують належної якості прибирання з високою надійністю та помірною енергоємністю. Найпоширенішими є скребкові системи, де до стандартних гноєзбиральних транспортерів ТСН додатково кріплять поперечні скребки. Під час циклічного руху ланцюга скребки поступово зсувають гноєву масу у канал. Перевагою такого рішення є відносна конструкти-

вна простота й відсутність окремого привода робочого органа; водночас недоліками лишаються неповне копіювання поверхні ложа, значні залишки гною (до $0,15 \text{ кг/м}^2$) і передчасний знос полотна.

Перспективнішою вважають групу лопатних очищувачів із власними активними робочими органами. Висока кутова швидкість лопатей суттєво підвищує продуктивність і зменшує питому залишкову забрудненість, проте за це доводиться сплачувати зростанням металоємності та електроспоживання – у середньому на 25–30 % порівняно зі скребковими системами.

Щіткові установки включають силовий агрегат, барабан-щітку й передачу. Обертовий барабан ефективно зчищає гній і спрямовує його у поздовжній канал, але в'язкий свіжий гній швидко забиває щітки; тому машина потребує регулярного промивання й заміни щетини, що збільшує простої та витрати води.

Ланцюгово-скребкові візки нового покоління, оснащені двошаровими гумовими скребками, вже забезпечують залишкову забрудненість $\leq 0,06 \text{ кг/м}^2$ навіть при початковому шарі до 40 кг/м^2 . Гумові елементи добре копіюють мікрорельєф, але через липкість сирого гною на робочу кромку налипає шар органіки, механізм ускладнюється, а собівартість виготовлення зростає майже удвічі відносно базових скребкових систем.

Для підвищення гігієнічності деякі конструктори поєднують механічне зчищення з високонапірним водоповітряним промиванням: на самохідному візку змонтовано ресивер, компресор і форсунки. Одночасно очищуються стійло й самі скребки. Таке рішення мобільне, однак недостатньо точно копіює підлогу, частково розбризкує рідку фракцію й вимагає дорогих компонентів високого тиску.

Усвідомлюючи наведені недоліки, ми пропонуємо комбінований варіант. Уздовж стійлового ряду переміщується самохідний візок, який тяговими колесами жорстко зчеплений із підлогою. На ньому змонтовано поперечний ланцюговий транспортер зі скребками, закритий кожухом. Кінематична пара пряма: обертання привідного колеса візка, необхідне для руху, через редуктор переда-

ється й на вал транспортера. Унаслідок цього за зменшення швидкості візка (наприклад, на ділянці з великою кількістю гною) частота обертання транспортера зростає, і шар відходів видаляється інтенсивніше. Якщо візок зустрічає корову, спрацьовує датчик тиску бампера – ходова частина миттєво блокується, але привод транспортера переходить у холостий режим, не створюючи небезпеки для тварини. Щойно шлях вільний, візок автоматично відновлює роботу.

Запропонована кінематика дозволяє:

- знизити залишкову забрудненість до рівня лопатних машин без підвищення енергоємності;
- пристосуватися до нерівномірного розподілу гною без складної автоматики;
- підвищити біобезпеку, оскільки транспортер закритий кожухом і не розбризкує рідку фракцію.

Таким чином, проаналізувавши сильні та слабкі сторони наявних пристроїв, визначено напрямок удосконалення, який поєднує переваги активного очищення з інерційною простотою скребкових систем і забезпечує безпечну взаємодію з тваринами. Наступні підрозділи міститимуть конструкторське опрацювання запропонованого візка-очищувача та розрахунок його основних параметрів.

3.3 Технологічний розрахунок пристрою для очищення стійл

Продуктивність устрою для очищення стійл визначають з умови максимального забруднення стійла за формулою

$$W = \frac{3,6 \cdot Y_e \cdot m \cdot K}{t \cdot Z}, \quad (3.1)$$

де Y_e – кількість екскрементів, що виділяють тварини за добу;

m – кількість тварин у ряду;

k – коефіцієнт, що враховує, яка частина екскрементів попадає на настил стійла, приймаємо $k=0,9$;

t – час видалення екскрементів;

Z – кількість разів роботи установки, приймаємо $Z = 3$.

$$t = \frac{S}{V_Y},$$

де S – довжина ділянки, що очищається, $S=65$ м;

V_Y – швидкість руху гноєзбирального транспортера, $V_Y=0,2$ м/с.

$$W = \frac{3,6 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 0,9 \cdot 0,2}{65 \cdot 3} = 8,3 \text{ т/Год.}$$

Продуктивність скребкового транспортера з устроєм для очищення стійл

$$W_{\text{тр}} = 3600 \cdot b \cdot h \cdot V \cdot \rho \cdot \varphi_{\text{зап}},$$

де b і h – розміри скребка, з конструктивних міркувань приймаємо $b=0,16$ м,

$h=0,032$ м;

V – швидкість руху скребкового транспортера, м/с;

ρ – щільність гною, $\rho=0,6$ т/м³;

$\varphi_{\text{зап}}$ – коефіцієнт заповнення міжскребкового простору, $\varphi_{\text{зап}}=0,5...0,7$.

Тоді швидкість руху скребкового транспортера з умови забезпечення потрібної продуктивності

$$V_{\text{тр}} = \frac{W_{\text{устр}}}{3600 \cdot b \cdot h \cdot \rho \cdot \varphi_{\text{зап}}}, \quad (3.4)$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{8,3}{3600 \cdot 0,16 \cdot 0,032 \cdot 0,6 \cdot 0,6} = 1,25 \text{ м/с.}$$

3.4 Кінематичний розрахунок привода

По діаметру ведучої зірочки, що взаємодіє з ланцюгом гноєзбирального транспортера, визначають частоту ведучого вала

$$n_1 = \frac{V_{\text{л}} \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot D_{\text{зір}}}, \quad (3.5)$$

де $D_{\text{зір}}$ – діаметр зірочки, $D_{\text{зір}} = 440$ мм.

$$n_1 = \frac{0,2 \cdot 60 \cdot 1000}{3,14 \cdot 440} = 8,7 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання ведучої зірочки скребкового транспортера

$$n_3 = \frac{V_{\text{тр}} \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot D_{\text{зір}}}, \quad (3.6)$$

де $D_{\text{зір}}$ – діаметр ведучої зірочки після конструкторської проробки,

$$D_{\text{зір}} = 130 \text{ мм.}$$

$$n_3 = \frac{1,25 \cdot 60 \cdot 1000}{3,14 \cdot 130} = 18406/\text{хв}.$$

Загальне передаточне число привода

$$i = \frac{n_3}{n_1}, \quad (3.7)$$

$$i = \frac{184}{8,7} = 21,15.$$

Так як вали приводної зірочки і ведучого транспортера розташовані перпендикулярно, обираємо конічний редуктор з передаточним числом $i_p=6,3$, тоді передаточне число ланцюгової передачі

$$i_{\text{л}} = \frac{i}{i_p} = \frac{21,15}{6,3} = 3,36;$$

$$i_{\text{л}} = \frac{21,15}{6,3} = 3,36.$$

3.5 Визначення опору переміщенню гною

Потужність привода транспортера очищення витрачається на подолання опору переміщенню гною S_1 і тягового робочого органу зі скребками S_2

$$S = S_1 + S_2, \quad (3.8)$$

$$S_1 = 9,8 \cdot b \cdot h \cdot L \cdot f \cdot \rho \cdot V \cdot \varphi_{\text{зап}},$$

де f – коефіцієнт тертя гною об поверхню стійла, $f=0,6$;

$\varphi_{\text{зап}}$ – коефіцієнт заповнення, $\varphi_{\text{зап}} = 0,8$;

L – довжина ділянки транспортування, $L = 700$ мм.

Тоді
$$S_1 = 9,8 \cdot 0,16 \cdot 0,032 \cdot 700 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,25 \cdot 0,8 = 12,7 \text{ Н}$$

$$S_2 = 9,8 \cdot g_{\text{л}} \cdot L_{\text{л}} \cdot f_{\text{л}} \cdot K_{\text{л}}, \quad (3.10)$$

де $g_{\text{л}}$ – погонна маса тягового робочого органу зі скребками.

$L_{\text{л}}$ – довжина ланцюга, $L_{\text{л}} = 1,548$ м;

$f_{\text{л}}$ – коефіцієнт тертя скребків об настил, $f_{\text{л}} = 0,5$;

$K_{\text{л}}$ – коефіцієнт, що враховує втрати на зірочках, $K_{\text{л}} = 1,1$.

$$g_{\text{л}} = 0,6 \cdot g_{\text{м}}, \quad (3.11)$$

де $g_{\text{м}}$ – погонна маса вантажу.

$$g_{\text{м}} = W_{\text{устр}} / 3,6 \cdot V; \quad (3.12)$$

$$g_{\text{м}} = 8,3 / 3,6 \cdot 1,25 = 1,84 \text{ кг/м};$$

$$g_{\text{л}} = 0,6 \cdot 1,84 = 1,1 \text{ кг/м};$$

$$S_2 = 9,8 \cdot 1,1 \cdot 1,548 \cdot 0,5 \cdot 1,1 = 9,18 \text{ Н};$$

$$S=12,7+9,18=21,9 \text{ Н.}$$

3.6 Розрахунок ланцюгової передачі привода транспортера

Згідно рекомендацій приймаємо число зубів веденої зірочки $Z_2=18$, тоді число зубів ведучої зірочки

$$Z_1=Z_2 \cdot i_{\text{л}}; \quad (3.13)$$

$$Z_1=18 \cdot 3,36=60,48.$$

Приймаємо $Z_1=60$.

Крок t , мм, для однорядного ланцюга визначають за формулою

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_2 \cdot K_e}{Z_2 \cdot [P]}}, \quad (3.14)$$

де M_2 – обертаючий момент на валі веденої зірочки;

K_e – число зубів веденої зірочки.

$$K_e=K \cdot K_a \cdot K_c \cdot K_p \cdot K_r \cdot K_{\text{рег}}, \quad (3.15)$$

де K – коефіцієнт, що враховує характер навантаження, $K=1 \dots 1,5$;

K_a – коефіцієнт, що враховує вплив міжвісьової віддалі,

$$K_a = 1 \text{ при } a=(30-50)t;$$

$$K_a = 0,8 \text{ при } a=(60-80)t;$$

$$K_c = 0,8 \cdot n,$$

де K_c – коефіцієнт виду змащування;

при змащуванні зануренням $K_c = 0,8$;

при краплинному змащуванні $K_c = 1$;

при періодичному змащуванні $K_c = 1,5$;

K_r – коефіцієнт нахилу лінії центрів, при горизонтальному розташуванні ланцюга $K_r = 1$;

K_p – коефіцієнт режиму роботи, приймаємо $K_p = 1,5$;

$K_{рег}$ – коефіцієнт регулювання ланцюга, $K_{рег} = 1,25$;

$$K_e = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,25 = 4,2;$$

$[p]$ – допустимий середній тиск, $[p] = 46$ МПа.

Обертаючий момент на валі веденої зірочки

$$M_2 = S \cdot 0,5 \cdot D_{зир} \cdot i_{ред} \cdot \eta_{ред}, \quad (3.16)$$

де $\eta_{ред}$ – к.к.д. редуктора, $\eta_{ред} = 0,9$.

$$M_2 = 219 \cdot 0,5 \cdot 65 \cdot 6,3 \cdot 0,9 = 4036 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$M_2 = 4,036 \text{ Нм}.$$

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{4036 \cdot 4,2}{18 \cdot 46}} = 7,7 \text{ мм}.$$

Приймаємо ланцюг приводний роликовий нормальної серії ПР8-460 з кроком ланцюга $t=8$ мм.

Швидкість ланцюга

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 10^3}, \quad (3.17)$$

$$V = \frac{60 \cdot 8 \cdot 8.7}{60 \cdot 10^3} = 0.07 \text{ м/с}.$$

Отримане значення швидкості значно менше допустимого $V \leq 7$ м/с.

Перевіряємо розрахунковий тиск за формулою

$$p = S \cdot K_e / S_{\text{он}} \leq [p], \quad (3.18)$$

$$p = 21,9 \cdot 4,2 / 25 = 3,7 \text{ МПа},$$

що значно менше допустимого.

Визначаємо попереднє значення міжвісьової віддалі з умови забезпечення кута обхвату ведучої зірочки $\alpha_1=120^\circ$

$$a=(30\dots 50)t;$$

$$a=50 \cdot 8=400 \text{ мм}.$$

Після конструкторської проробки для забезпечення сталості руху візка устрою для стійл віддалей між опорними колесами приймається рівною 1700 мм, тому міжвісьову віддаль збільшуємо до $a=635$ мм.

Число ланок ланцюга

$$L_t = Z_1 \cdot a_t + 0.5 \cdot Z_\varepsilon + \nabla_\varepsilon / a_t, \quad (3.19)$$

де a_t – міжвісьова віддаль у кроках ланцюга

$$a_t = \frac{a}{t};$$

$$a_t = \frac{635}{8} = 79.$$

$$Z_\varepsilon = Z_1 + Z_2; \quad (3.20)$$

$$Z_\varepsilon = 60 + 18 = 78.$$

Діаметр ведучого вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_1}{0.2[\tau]_{\text{кр}}}}, \quad (3.21)$$

де $[\tau]_{\text{кр}}$ - допустимі напруження при крученні, $[\tau]_{\text{кр}} = 10$ МПа;

M_1 - момент на ведучому валі

$$M_1 = \frac{M_2 \cdot i_{\text{л}}}{\eta_{\text{л}}},$$

де $\eta_{\text{л}}$ - к.к.д. ланцюгової передачі, $\eta_{\text{л}} = 0,97$.

$$M_1 = \frac{4036 \cdot 3,36}{0,97} = 13980 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{13980}{0.2 \cdot 10}} = 19,12 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр вала під підшипником $d_n=25$ мм, інші розміри приймаються конструктивно.

3.7 Кінематичний розрахунок привода візка і обґрунтування параметрів передаточного механізму

Максимальна швидкість руху візка буде співпадати зі швидкістю руху гноюезбирального транспортера, тобто $V=0,2$ м/с, тоді частота обертання коліс

$$n_k = \frac{V \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot D_k}, \quad (3.22)$$

де D_k – діаметр ходового колеса, приймаємо $D_k=200$ мм.

$$n_k = \frac{0,2 \cdot 60 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 19,1 \text{ хв}^{-1}.$$

Частота обертання проміжного вала візка

$$n_{np} = n_1 \cdot i_{л}; \quad (3.23)$$

$$n_{np} = 8,7 \cdot 3,36 = 29,23 \text{ хв}^{-1};$$

$$\nabla_2 = \frac{-Z_2 + Z_1}{2 \cdot \pi}; \quad (3.24)$$

$$\nabla_2 = \frac{60-18}{2 \cdot 3.14} = 7.$$

Приймаємо парну кількість зубів ланок, щоб виключити можливість застосування перехідних ланок

$$t_t = 2 \cdot 79 + 0.5 \cdot 78 + 7/79 = 197,09.$$

Приймаємо $t_t = 198$ зубів.

Визначаємо наближено навантаження на вали і опори

$$Q = 1.5 \cdot S; \quad (3.25)$$

$$Q = 1.5 \cdot 21,9 = 32,85 \text{ Н.}$$

Так як навантаження на опори дуже мале, у подальших розрахунках їх можна не враховувати.

3.8 Розрахунок вала привода

Розрахунок валів привода виконується на чисте кручення, без врахування вигинаючих моментів .

Діаметр вала визначається за формулою

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,2 \cdot [\tau]_{кр}}}, \quad (3.26)$$

де $M_{кр}$ – обертаючий момент на валі:

$[\tau]_{кр}$ - допустиме напруження для валів зі Сталі 45, $[\tau]_{кр}=10...15$ МПа.

Діаметр веденого вала привода

$$d_2 \geq \sqrt[3]{\frac{4036}{0,2 \cdot 10}} = 12,5 \text{ мм.}$$

Загальне передаточне число привода візка

$$I_{пр.віз} = \frac{n_{пр}}{n_k}; \quad (3.27)$$

$$I_{пр.віз} = \frac{29,23}{19,1} = 1,5.$$

Приймаємо привід ланцюговий з передаточним числом $I_{л.віз} = 1,5$.

Попередній розрахунок ланцюгової передачі привода скребкового транспортера виконаний за обертаючим моментом проміжного вала, на якому встановлена і ведуча зірочка привода візка. Тому, з метою уніфікації приймається ланцюг ПР-8-460, працездатність його буде забезпечена.

Радіальні навантаження на підшипник від натягу ланцюга незначні, діаметри валів під підшипниками збільшені, тому довговічність підшипників буде забезпечена.

3.9 Висновки

У третьому розділі дипломного проєкту виконано повний цикл конструкторського опрацювання мобільного пристрою для очищення стійл, що принци-

пово вдосконалює діючі скребкові системи, зменшує частку ручної праці та забезпечує стабільну якість прибирання. Запропонована машина складається із самохідного візка й поперечного ланцюгового транспортера зі скребками, кінематично пов'язаними таким чином, що частота роботи транспортера автоматично підвищується під час уповільнення руху візка на ділянках із більшим об'ємом гною. У поєднанні з сенсорною системою виявлення перешкод це дає змогу безпечно взаємодіяти з тваринами та підтримувати однаковий ступінь очищення вздовж усього ряду стійл.

4 Охорона праці

4.1 Загальні вимоги

Вимоги охорони праці під час прибирання та видалення гною на фермах великої рогатої худоби формуються на основі чинного українського законодавства-насамперед Закону України «Про охорону праці», НПАОП 01.2-1.10-05 «Правила охорони праці у тваринництві», ВНТП-АПК 09.06 «Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною»—і гармонізуються з рамковою Директивою ЄС 89/391/ЕЕС, яка встановлює обов'язок роботодавця проводити системну оцінку ризиків і впроваджувати превентивні заходи у всіх секторах сільського господарства.

До робіт із прибирання, видалення, оброблення й зберігання гною допускаються лише працівники віком від вісімнадцяти років, які пройшли попередній медичний огляд, спеціальне навчання й інструктаж з безпеки та отримали посвідчення установленого зразка. Повторні інструктажі проводяться не рідше одного разу на шість місяців; позапланові—після кожної зміни технології або модернізації обладнання.

Роботодавець зобов'язаний розробити письмову процедуру оцінювання професійних ризиків під час очищення стійл, роботи скреперних, ланцюгових або пневматичних систем, перекачування рідкої фракції та технічного обслуговування гноєзбірників. За результатами оцінки складають план заходів, який охоплює технічні, організаційні та індивідуальні засоби захисту і передбачає регулярний перегляд у разі зміни технології чи виробничої програми. Приклади характерних небезпек—травмування рухомими частинами транспортерів, отруєння парами аміаку й сірководню, утворення вибухонебезпечних сумішей метану, біологічні ризики, пов'язані з мікроорганізмами та паразитами.

Усі механізовані лінії (скреперні, ланцюгово-скребкові, насосно-трубопровідні) повинні відповідати вимогам технічної безпеки НПАОП 01.2-1.10-05 та положенням Директиви 2006/42/ЕС щодо машин: огороження небезпечних зон, дистанційні та дубльовані ручні пости керування, аварійні вимикачі на кожні 25

м трас, блокування кожухів, двократний запас міцності елементів підвісу. У місцях проходження персоналу через скребкові канали облаштовують настільні містки з протиковзним рифленням. Технічні регламенти України вимагають маркування CE для імпортного обладнання та декларації відповідності Технічному регламенту безпеки машин.

Роботи усередині гноєнакопичувачів, каналів чи підпідлогових резервуарів прирівнюються до робіт у замкненому просторі. Доступ дозволяється тільки за нарядом-допуском, після перевірки атмосфери на вміст кисню й вибухонебезпечних газів, у присутності страхуючої особи з засобами зв'язку. Газоаналізатори калібрують не рідше одного разу на шість місяців; показники вносять у журнал. При виявленні концентрацій $\text{H}_2\text{S} \geq 10 \text{ мг/м}^3$ або $\text{NH}_3 \geq 20 \text{ мг/м}^3$ приміщення негайно евакуюють і провітрюють.

Для запобігання вибухам у зонах, де можливе нагромадження метано-повітряних сумішей, роботодавець проводить класифікацію вибухонебезпечних зон і добирає обладнання згідно з Директивою 1999/92/ЕС (ATEX-137) та національним ДСТУ EN IEC 60079. Електроустаткування у вибухонебезпечній зоні повинне мати відповідний рівень вибухозахисту (принаймні II 2 G).

Захисний одяг і взуття мають відповідати Технічному регламенту засобів індивідуального захисту (імплементовано Регламент (ЄС) 2016/425): водонепроникні чоботи зі сталевим підноском, кислотощільні рукавички, захисні окуляри та, у разі роботи з пилом чи аерозолями, респіратор класу не нижче FFP2. При рівні шуму обладнання понад 80 дБА робітники забезпечуються протишумовими навушниками.

Під час застосування дезінфікуючих розчинів або біотермічного знезараження гною дотримуються норм Директиви 2000/54/ЕС щодо біологічних агентів, Санітарного регламенту для підприємств тваринництва й вимог Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів і захисту споживачів. Персонал забезпечують душем і пунктом санітарної обробки, а спецодяг пралють окремо від побутового.

Системи вентилявання та місцевого відсмоктування повинні підтримувати концентрацію аміаку нижче 20 мг/м^3 і забезпечувати кратність обміну повітря не менше ніж 10 год^{-1} у зоні активного прибирання. Періодичний лабораторний контроль повітря й води проводиться відповідно до Закону України «Про управління відходами», гармонізованого з Директивою 91/676/ЄЕС (нітратна).

Пожежна безпека регламентується НАПБ А.01.001-2004: зони зберігання соломи та підстилki мають протипожежні розриви; гноєсховища обладнуються блискавкозахистом та порошковими вогнегасниками ВП-6 на відстані не більше 20 м один від одного; зварювальні та вогневі роботи поблизу каналів гноєвидалення проводяться лише за нарядом.

Усі нещасні випадки та аварії реєструються згідно з Порядком № 337 від 19.04.2019 р.; розслідування проводиться комісією, а результати аналізу використовують для коригування оцінки ризиків та навчальних програм.

Загалом інтегроване дотримання вимог українських НПАОП, санітарних регламентів і гармонізованих директив ЄС утворює єдину систему управління безпекою праці, яка мінімізує травматизм, професійні захворювання та екологічні ризики при видаленні гною на фермах великої рогатої худоби.

4.2 Інструкція з охорони праці для оператора мобільного пристрою очищення стійл

1 Загальні положення

1.1 Інструкція розроблена відповідно до Закону України «Про охорону праці», НПАОП 01.2-1.10-05 «Правила охорони праці у тваринництві», НАПБ А.01.001-2004, Директиви 2006/42/ЕС та внутрішнього Положення про охорону праці.

1.2 До роботи допускають працівника, що досяг 18 р., пройшов медогляд, первинний та повторний (не рідше ніж раз на 6 міс.) інструктажі, навчання й перевірку знань, має посвідчення оператора.

1.3 Оператор зобов'язаний:

- виконувати цю Інструкцію, правила внутрішнього трудового розпорядку та пожежної безпеки;
- користуватися тільки справними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ);
- негайно повідомляти керівника про кожну подію, що загрожує життю чи здоров'ю людей або тварин.

1.4 Основні небезпечні та шкідливі фактори: травмування рухомими частинами; притискання між Пристроєм і елементами станка; підвищений рівень шуму; пари NH_3 і H_2S ; можливе утворення вибухонебезпечної суміші метану; слизька підлога; електричний струм.

1.5 Норми ЗІЗ: прогумований комбінезон, водостійкі чоботи зі сталевим підноском, гумові рукавички кислотощільні, захисні окуляри або екран, при рівні шуму > 80 дБА — навушники, при концентрації $\text{NH}_3 > 10$ мг/м³ — респіратор FFP2.

2 Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1 Прийняти зміну, ознайомитись із записами в журналі.

2.2 Оглянути Пристрій: справність огорожень, бампера аварійної зупинки, цілість ланцюга, натягувачів, відсутність витоків мастила й пошкоджень кабелів.

2.3 Перевірити роботу світлової та звукової сигналізації, ефективність аварійних кнопок «STOP».

2.4 Переконавшись, що всі тварини зафіксовані або відведені у безпечну зону; підлога очищена від сторонніх предметів.

2.5 Виміряти газоаналізатором у приміщенні концентрації NH_3 та H_2S ; при перевищенні граничнодопустимих рівнів провітрити корівник.

2.6 Перевірити наявність та справність вогнегасника ВП-2 і аптечки.

2.7 Увімкнути головний автомат, почекати самодіагностику ПЛК, підтвердити готовність на пульті.

3 Вимоги безпеки під час роботи

3.1 Працювати лише при освітленості не менше 100 лк.

3.2 Не залишати Пристрій без нагляду. Спостерігати за поведінкою тварин; при їхньому наближенні до траєкторії руху натиснути «Пауза».

3.3 Забороняється: відкривати кожухи, змащувати, регулювати чи очищати скребки за ввімкненого привода; обходити Пристрій попереду за ходом руху; тягнути кабель живлення.

3.4 Стежити за шумом і вібрацією; при нетипових звуках, злипанні скребків, падінні швидкості зупинити роботу й усунути причину.

3.5 Під час промивання скребків використовувати шланг із тиском $\leq 0,3$ МПа, тримати струмінь під кутом $> 30^\circ$ до підлоги, щоб уникнути розбризкування.

3.6 Періодично контролювати температуру редуктора (не вище 60°C) та силу тяги ланцюга.

3.7 При спрацьовуванні бампера або датчика перешкоди дочекатися повного зупину, перевірити причину, лише після усунення перезапустити цикл.

4 Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1 Вимкнути живлення Пристрою, заблокувати головний вимикач та ввіснити знак «Не вмикати — працюють люди».

4.2 Виконати зовнішнє очищення м'якою щіткою та промити водою без агресивних реагентів.

4.3 Оглянути скребки, при зносі > 5 мм замінити.

4.4 Змастити ланцюг мастилом згідно з регламентом.

4.5 Записати у журнал показники лічильника мотогодин, виконані роботи з обслуговування та зауваження.

4.6 Зняти спецодяг у відведеному місці, вимити руки з милом, прийняти душ.

Дії в аварійних ситуаціях

5.1 При травмуванні працівника негайно зупинити Пристрій кнопкою «STOP» та надати першу допомогу (див. розділ 6).

5.2 При задимленні, іскрінні чи запаху ізоляції – вимкнути живлення, використати вогнегасник ВП-2, викликати пожежну службу 101.

5.3 При перевищенні концентрацій NH_3 або H_2S — негайно вивести людей і тварин, ввімкнути вентиляцію, повідомити керівника.

5.4 При обриві ланцюга або заклинюванні скребків — знеструмити Пристрій, встановити огороження, провести ремонт силами обслуговуючого персоналу або підрядної організації, зафіксувати подію в журналі.

5.5 При ураженні електрострумом — знеструмити установку, звільнити потерпілого від дії струму, викликати «швидку» 103.

6 Перша допомога

- Кровотеча — накласти стерильну пов'язку, при сильній — джгут із зазначенням часу.

- Опік гарячою рідиною — охолодити водою 15 хв, накрити стерильною тканиною, без мазей.

- Ураження струмом — оцінити свідомість, дихання; при відсутності — СЛР (30 компресій : 2 вдихи) до прибуття медиків.

- Отруєння парами $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{S}$ — вивести на свіже повітря, дати тепло, при порушенні дихання — штучна вентиляція легенів.

7 Відповідальність оператора

Порушення вимог цієї Інструкції розглядається як дисциплінарне правопорушення й тягне за собою заходи згідно з Кодексом законів про працю України та статтею 43 Закону України «Про охорону праці».

4.3 Висновки

У розділі «Охорона праці» визначено основні небезпечні та шкідливі фактори, притаманні процесу видалення гною та обслуговуванню мобільного очищувача стійл, і здійснено їх комплексну оцінку відповідно до Закону України «Про охорону праці», НПАОП 01.2-1.10-05 і рамкової Директиви 89/391/ЄЕС. На підставі цієї оцінки сформовано технічні, організаційні й індивідуальні за-

ходи захисту, що гарантують безпечні умови праці й знижують ризики травмування, отруєння парами NH_3 та H_2S , а також виникнення вибухонебезпечних сумішей метану.

Розроблено інструкцію з охорони праці для оператора мобільного очищувача, у якій детально регламентовано порядок допуску до роботи, перевірки обладнання, безпечного виконання операцій, дій у разі аварій і надання першої допомоги. Запропоновано перелік засобів індивідуального захисту, параметри вентиляції та вимоги до вибухо- і пожежозахищеного електрообладнання, що забезпечують відповідність національним стандартам і директивам ЄС (2006/42/ЕС, 1999/92/ЕС).

У результаті впровадження запропонованої системи управління ризиками очікується зниження травматизму та професійних захворювань, мінімізація екологічних наслідків і підвищення загальної виробничої безпеки при видаленні гною на фермі великої рогатої худоби.

5 Економічна оцінка

5.1 Вихідні дані

Для економічного обґрунтування ефективності модернізації лінії видалення гною прийнято зіставити дві схеми, що експлуатуються при однакових виробничих умовах - два корівники по 200 корів кожен (добовий вихід гною та підстилки у цих приміщеннях найвищий у межах ферми). У розрахунку використано повні експлуатаційні витрати за методикою, тобто усі прямі й непрямі складові собівартості робіт, а саме:

- фонд оплати праці з нарахуваннями — залежить від нормативної трудомісткості операцій;
- витрати на енергоносії (дизпаливо, електроенергія) — пропорційні фактичному споживанню агрегатів і пристроїв;
- амортизаційні відрахування — нараховано за прямолінійним методом із нормативним строком служби;
- поточний ремонт і технічне обслуговування — визначено у відсотках від первісної вартості машин;
- умовно-постійні витрати (страхування, зберігання, інші).

Таблиця 5.1 - Вихідні дані до розрахунку економічних показників

Вихідні дані	Варіанти	
	базовий	проектний
1. Вартість комплексу обладнання, грн	200000	210000
2. Додаткові капітальні вкладення, грн	-	10000
3. Витрата ПММ, кг/рік	1890	1890
4. Потужність стаціонарного обладнання, кВт	16,0	16,0
5. Обслуговуючий персонал, люд	4	2
5. Річний об'єм робіт, т	6048	6048

5.2 Розрахунок показників економічної ефективності

Для порівняння базового та удосконаленого варіанту технологічного процесу видалення гною, ми зосередимося на питомих експлуатаційних витратах. Це дозволить оцінити ефективність і економічну доцільність модернізації. Витрати на експлуатацію включають такі категорії, як заробітна плата, енергоресурси, амортизаційні відрахування та витрати на ремонт і технічне обслуговування.

Таблиця 5.2

Показники економічної ефективності лінії видалення гною

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
1	2	3
Річна продуктивність, т	6048	6048
Обслуговуючий персонал, люд	4	2
Капітальні вкладення в машини та обладнання, грн	2000000	2100000
Потужність стаціонарного обладнання, кВт	16,0	16,0
Витрати ПММ, кг/рік	1890	1890
Питомі експлуатаційні витрати, грн/ т	89,17	67,51
Річна економія експлуатаційних витрат, грн./ т	-	96768,8
Термін окупності додаткових інвестицій, р	-	1,1

5.3 Висновки

Наведений розрахунок (табл. 5.2) показує, що впровадження удосконаленої технології видалення гною забезпечує відчутну економію експлуатаційних

витрат порівняно з базовим варіантом. Найбільший внесок у скорочення собівартості дає повне усунення витрат на оплату ручної праці з очищення стійл операторів. Сумарний річний економічний ефект становить біля 100 тис. грн, що дає змогу окупити додаткові капітальні вкладення менш ніж за 1,1 року. Отже, запропонована технологія є економічно доцільною та підвищує конкурентоспроможність господарства.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У дипломному проєкті послідовно проаналізовано виробничі умови ферми ВРХ ТОВ «Агрофірма «Перше Травня», обґрунтовано потребу в модернізації системи видалення гною та запропоновано комплексне технічне рішення. На основі порівняння доступних технологій обрано скребкову схему з додатковим мобільним пристроєм для очищення стійл, що повністю механізує найтрудомісткіший етап – прибирання стійла.

Розроблено конструкцію самохідного візка-очищувача, виконано кінематичні й міцнісні розрахунки, підготовлено комплект креслень і визначено оптимальні параметри роботи (продуктивність ≈ 10 т/год за потужності 1,5 кВт). Розділ охорони праці встановлює зоотехнічні, безпекові та екологічні вимоги до всієї лінії й містить інструкцію для оператора, що забезпечує відповідність українським НПАОП і директивам ЄС. Техніко-економічний аналіз підтвердив доцільність упровадження: механізація скорочує річні трудові витрати приблизно на 480 люд.-год, знижує експлуатаційні витрати на 100 тис. грн і забезпечує строк окупності не більше двох років.

Отже, проєкт поєднує інженерне удосконалення, безпечну організацію виробництва та економічну ефективність, пропонуючи фермі стійкий шлях підвищення продуктивності та покращення санітарного стану тваринницьких приміщень.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ВНТП-АПК-01.05. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)// Міністерство аграрної політики України (Мінагрополітики України) // Київ – 2005.
2. Машина для заготівлі та приготування кормів// За редакцією В.І. Кравчука, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -136 с.
3. Машина для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
4. Романюха І.О., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] /І.О. Романюха, В.Ю. Дудін; за ред. І. Романюхи. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. – 418 с.
5. ДСТУ 4397: 2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 15 с.
6. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва/ І.Г.Бойко, В.І.Гридасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. О.П.Скорика, О.І.Фісяченка. – Харків, 2004. – 272 с.
7. Нова сільськогосподарська техніка/ В.А. Ясенецький, В.С. Куліш, М.П. Мечта та ін.; За ред. В.А. Ясенецького. – К.: Урожай, 1991. – 320 с.
8. Повод М.Г, Дудін, В.Ю., Шпетний М.Б.Розробка основних засад щодо обґрунтованого визначення розмірів санітарно-захисних зон свиноферм: монографія, Суми, «Сумський національний аграрний університет» 2019. – 96 с., ISBN 978-617-593-059-5
9. Гранично допустимі концентрації \ГДК\ та орієнтовні безпечні рівні дії \ОБРД\ забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць/Міністерство екології та природних ресурсів України.
10. Дудін В.Ю., Павленко С.І., Акименко Р.М. Моніторинг ринку та технічних засобів виробництва твердих органічних добрив Технічні системи і

технології тваринництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка – Харків, 2016. – Вип. 170. – С. 34-45.

11. Дудін В.Ю. Огляд практик поводження з рідким гноєм в країнах ЄС. *Materialy XIV Miedzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji, «Wykształcenie i nauka bez granic - 2018»*, Volume 20 *Przemysł: Nauka i studia* -12-16 s.

12. Дудін В.Ю. Огляд технологій переробки рідкого гною свиней /*Materiály XVI Mezinárodní vědecko - praktická konference «Moderní vymoženosti vědy»*, 22 - 30 ledna 2020 r., Volume 10 : Praha. Publishing House «Education and Science» - s. 30-34

13. Дудін В.Ю. Огляд технологій переробки твердого гною *Materialy XV Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji, «Wykształcenie i nauka bez granic - 2019»*, 07 - 15 grudnia 2019 roku, Volume 8 *Przemysł: Nauka i studia* – s. 49-51.

ДОДАТКИ

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

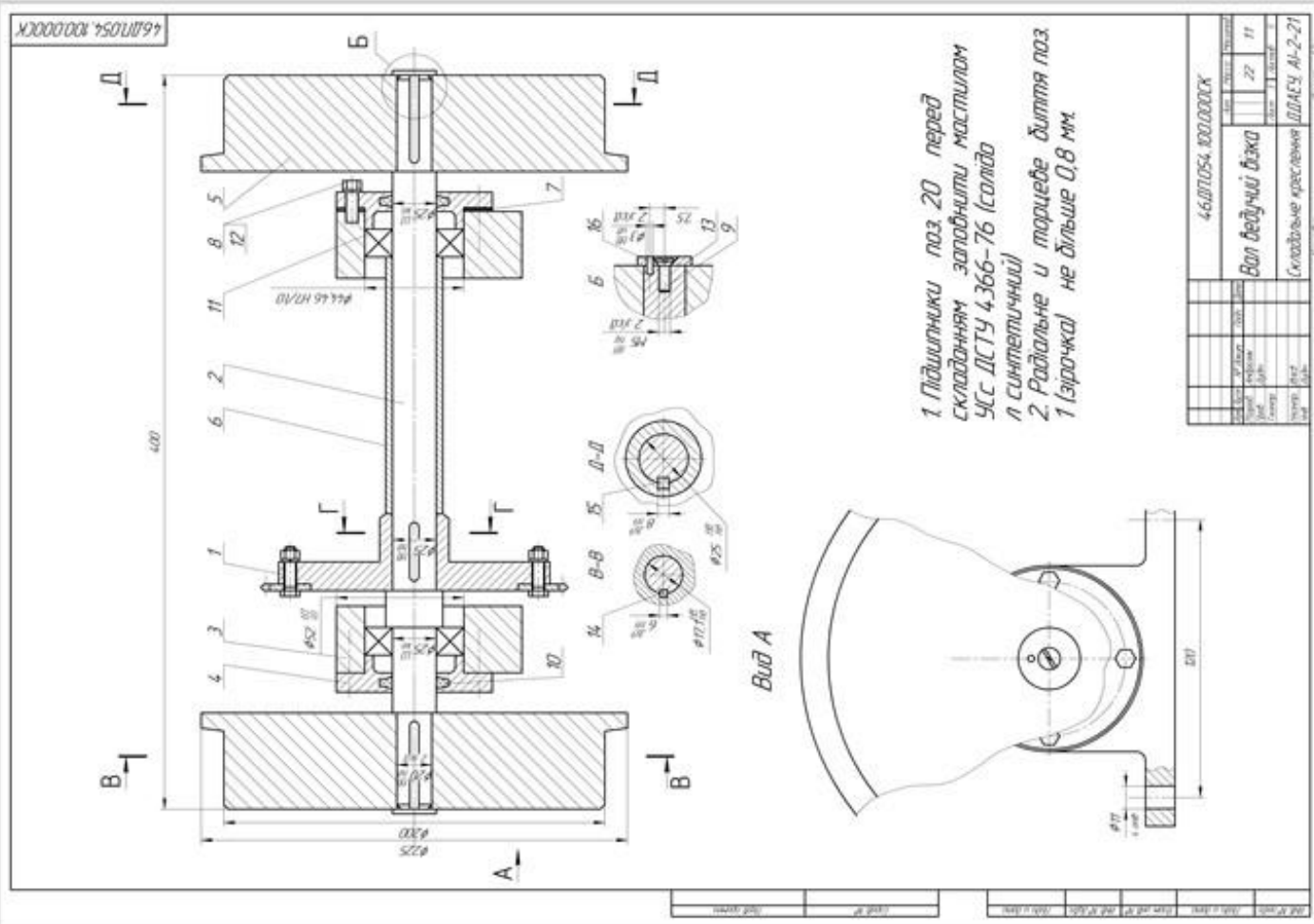
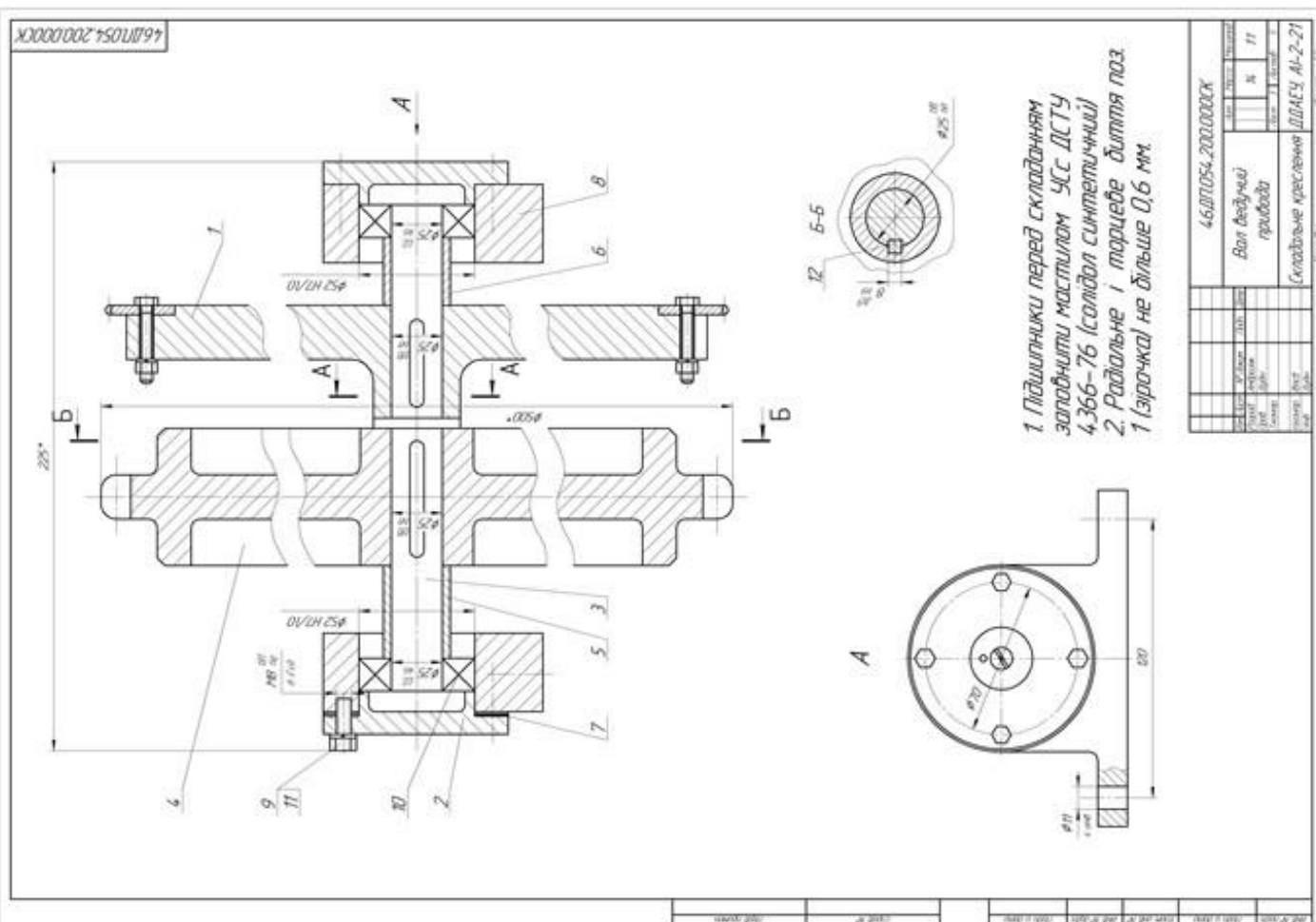
Удосконалення технологічного процесу видалення гною на молочно-товарній фермі з розробкою очищувача стійл

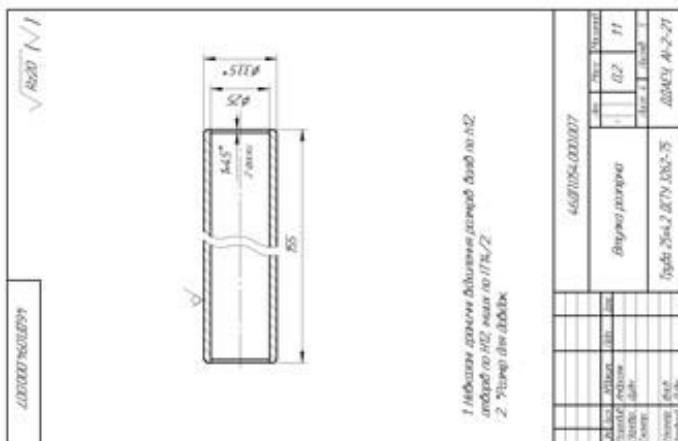
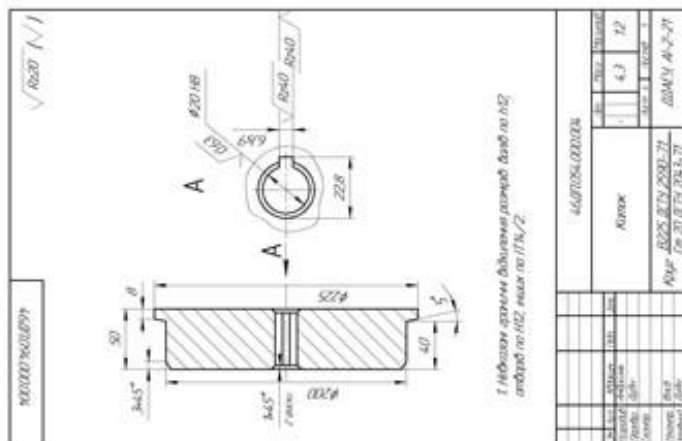
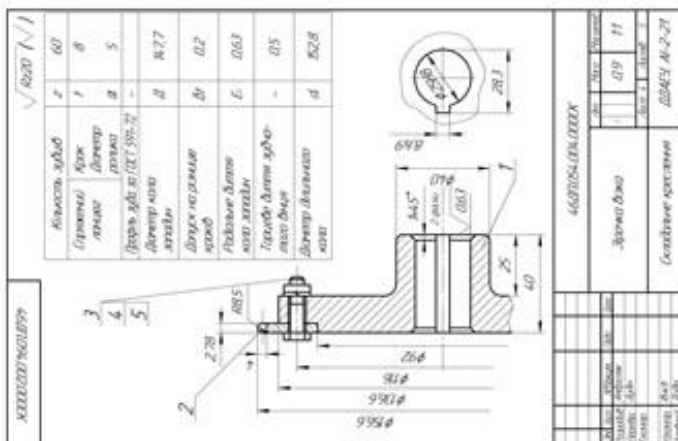
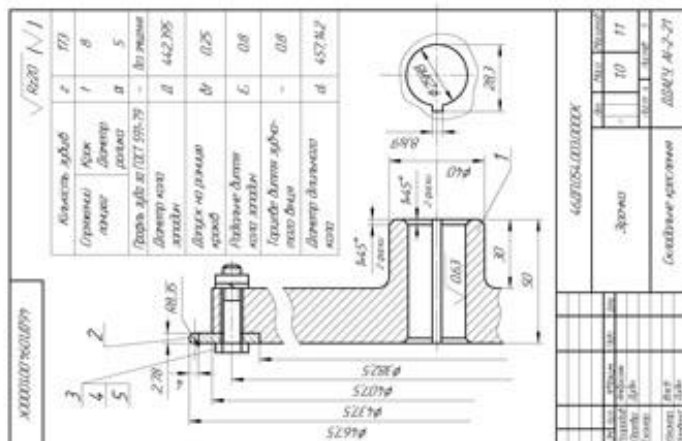
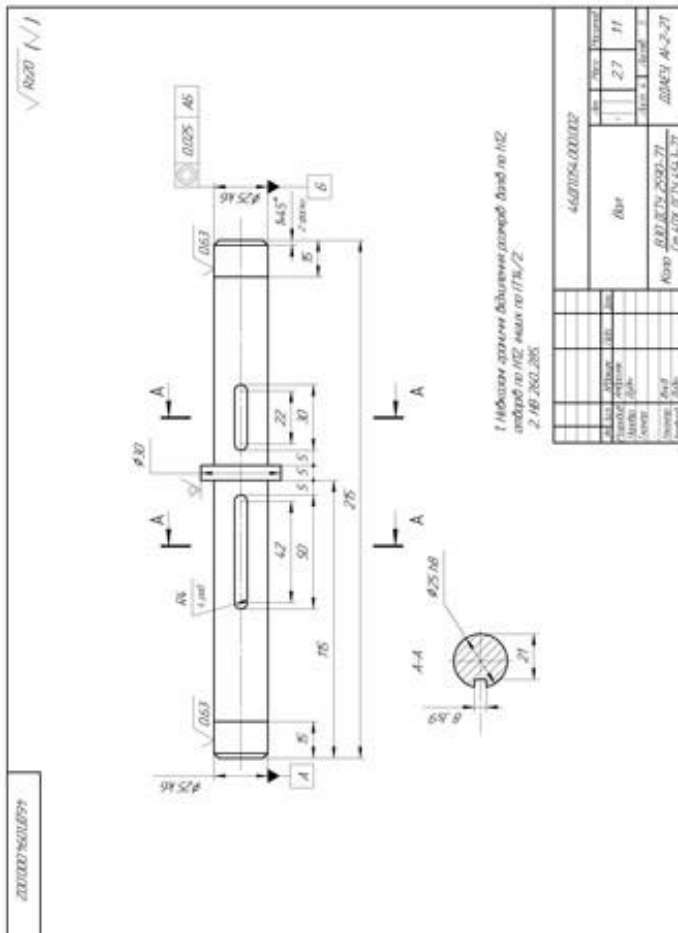
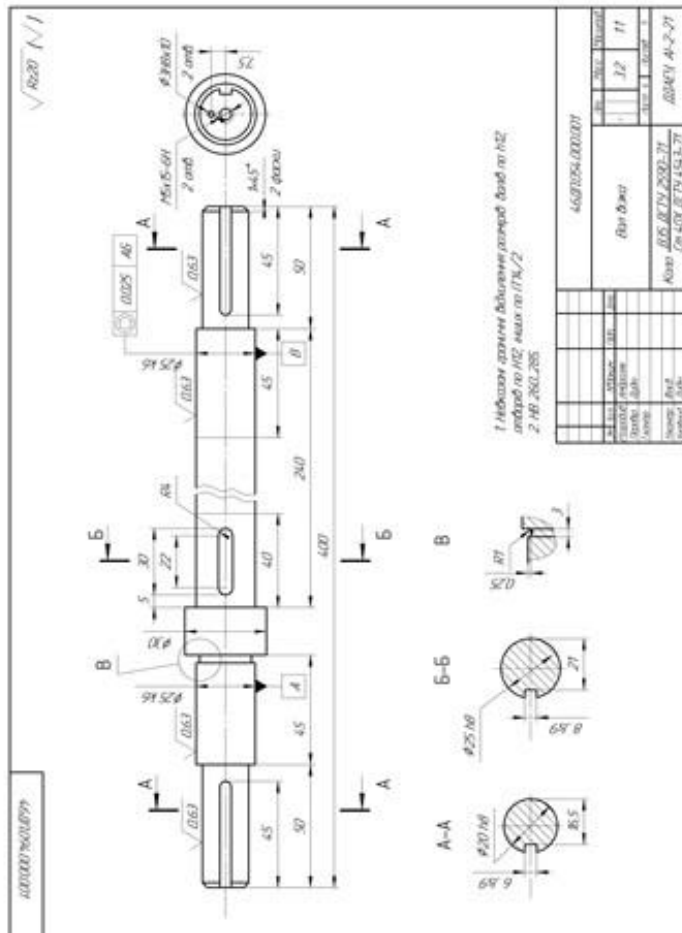
демонстраційний матеріал до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-3-21
Амброзяк Владислав Сергійович

Керівник: к.т.н., доцент
Дудін Володимир Юрійович

Дніпро-2025





Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка	
				Документація			
A4			46ДП.054.000.000ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка	1		
A1			46ДП.054.000.000ВЗ	Креслення загального вигляду	1		
				Складальні одиниці			
		1	46ДП.054.000.001	Рама візка	1		
A2		2	46ДП.054.000.000СК	Вал ведучий візка	1		
		3	46ДП.054.000.002	Вісь візка	1		
A2		4	46ДП.054.000.000СК	Вал ведучий привода	1		
		5	46ДП.054.000.003	Вал ведений привода	1		
		6	46ДП.054.000.004	Муфта	1		
		7	46ДП.054.000.005	Огорожа	1		
		8	46ДП.054.000.006	Транспортер очищення	1		
				Стандартні вироби			
		9		Болт М10х4.5.58			
				ДСТУ 7798-70	22		
		10		Болт М6х16.58			
				ДСТУ 7798-70	16		
		11		Ланцюг ПР-8-460			
				ДСТУ 13568-75	2		
		12		МУВП 250-32-1. 1-40-112-Т2			
				ДСТУ 21424-75	1		
		13		Редуктор К1-6,3-1 ТУ 24-9-268-75	1		
				46ДП.054.000.000 ВЗ			
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Амброз'як						
Перевір.	Дудін						
Н контр.	Івлєв						
Затверд.	Дудін						
Пристрій для очищення стійл					Літера		
					Лист		
					Листів		
					і	1	2
					ДДАЕУ, АІ-2-21		

[illegible]

[illegible]

[illegible]