

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Пояснювальна записка

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

**Удосконалення процесу видалення гною з корівника з
розробкою скреперної установки**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-2-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Грива Денис Олегович

Керівник: _____ Лупко Кристина Олегівна

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)
«07» травня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Грива Денис Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення процесу видалення гною з корівника з розробкою скреперної установки

керівник проєкту Лупко Кристина Олегівна, докторка філософії
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«07» травня 2026 року № 964

2. Строк подання здобувачем проєкту 07.06.2026 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. Аналіз стану питання. 2. Проект технологічної лінії видалення гною. 3. Удосконалення скреперної установки. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка розробленого удосконалення. Висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. Скреперна установка. 3. Скрепер. 4. Основа. 5. Вкладиш. 6. Косинка. 7. Накладка. 8. Палець. 9. Палець. 10. Барабан. 11. Упор. 12. Економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання: 07.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/П	Назва етапів дипломного проєкту	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)

Грива Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Лупко К.О.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

Затверд.	Дудін			дипломного проекту	ЛДАЕУ АІ-2-22
----------	-------	--	--	--------------------	---------------

АНОТАЦІЯ

Грива Д.О. Удосконалення процесу видалення гною з корівника з розробкою скреперної установки / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У дипломному проєкті розглянуто питання удосконалення технологічної лінії видалення гною на фермі великої рогатої худоби. Проведено аналіз існуючих технологій і технічних засобів видалення гною з корівників, зокрема скреперних установок, які застосовуються за безприв'язного боксового утримання тварин. Встановлено, що серійні скреперні установки забезпечують механізоване очищення гнойових каналів, однак мають недоліки, пов'язані з неповним очищенням дна і стінок каналу, зношуванням робочих крайок, підвищеним опором руху та можливим перевантаженням тягового органа.

Розроблено технологічну схему лінії видалення гною для ферми на 500 корів, яка передбачає очищення гнойових каналів скреперною установкою ТСГ-250, подачу гною до поперечного гнойозбірного конвеєра, транспортування на карантинний майданчик і подальше переміщення до гноєсховища. Проведено вибір і розрахунок основних машин та обладнання лінії.

Запропоновано удосконалення скрепера, яке передбачає застосування рухомих крил із можливістю вертикального переміщення, багатошарових гумових накладок, бокових відкидних лопатей для очищення стінок каналу та датчика контролю стану ланцюга. Таке рішення сприяє підвищенню якості очищення, зменшенню залишків гною у каналі та підвищенню надійності роботи установки.

У роботі розглянуто питання охорони праці під час експлуатації удосконаленої скреперної установки та виконано економічну оцінку запропонованого технічного рішення. Встановлено, що впровадження удосконалення є технічно обґрунтованим і економічно доцільним.

Ключові слова: гній, видалення гною, ферма ВРХ, скреперна установка, ТСГ-250, гнойовий канал, удосконалення скрепера, охорона праці, економічна оцінка.

ЗМІСТ

Вступ	8
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ	10
1.1 Технології видалення гною на фермах ВРХ	10
1.2 Огляд технічних засобів видалення гною з корівників	14
1.3 Огляд конструкцій скреперних установок	17
1.4 Висновки	21
2 ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ	22
2.1 Обґрунтування важливості питання	22
2.2 Вихідні дані до проєктування, зоотехнічні вимоги	22
2.3 Існуючі рішення та їх аналіз	24
2.4 Розробка технологічної схеми лінії	25
2.5 Визначення типу та кількості обладнання лінії	27
2.5.1 Вихідні дані	27
2.5.2 Видалення гною з приміщень	29
2.5.3 Транспортування гною до сховища	30
2.5.4 Зберігання гною	32
2.6 Висновки	34
3 УДОСКОНАЛЕННЯ СКРЕПЕРНОЇ УСТАНОВКИ	36
3.1 Актуальність питання	36
3.2 Вихідні дані та постановка завдання на проєктування	37
3.3 Опис запропонованого удосконалення	39
3.4 Розрахунок основних параметрів установки	40
3.4.1 Енергетичні параметри	40
3.4.2 Конструкційні параметри	44
3.5 Висновки	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	49

4.1	Загальні вимоги охорони праці при видаленні гною	49
4.2	Інструкція з охорони праці для оператора удосконаленого скрепера	51
4.3	Висновки	53
5	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ	54
5.1	Вихідні дані	54
5.2	Результати економічної оцінки	55
5.3	Висновки	57
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	59
	БІБЛІОГРАФІЯ	61
	ДОДАТКИ	64

ВСТУП

Ефективне функціонування тваринницьких ферм значною мірою залежить від рівня механізації основних виробничих процесів, серед яких важливе місце займає видалення, транспортування та зберігання гною. На фермах великої рогатої худоби цей процес безпосередньо впливає на санітарно-гігієнічний стан приміщень, мікроклімат, умови утримання тварин, продуктивність праці обслуговуючого персоналу та екологічну безпеку виробництва.

За безприв'язного боксового утримання ВРХ утворюється значна кількість гнойової маси, яка повинна своєчасно видалятися з технологічних проходів і гнойових каналів. Несвоєчасне або неякісне очищення приміщень призводить до підвищення вологості, накопичення шкідливих газів, забруднення підлоги, погіршення умов утримання тварин і збільшення трудових витрат. Тому удосконалення технологічних ліній видалення гною є актуальним завданням для сучасних молочнотоварних ферм.

Найбільш поширеними технічними засобами для видалення гною з корівників є скреперні установки. Вони мають відносно просту конструкцію, можуть працювати в автоматичному режимі, забезпечують періодичне очищення гнойових каналів і добре пристосовані до умов ферм із боксовим утриманням тварин. Разом з тим серійні скреперні установки мають певні недоліки: неповне очищення дна і стінок каналу, зношування робочих крайок, збільшення опору руху, можливе заклинювання скрепера, підвищене навантаження на тяговий орган і привід. Це зумовлює необхідність удосконалення конструкції робочого органа скрепера.

Метою дипломного проєкту є підвищення ефективності роботи технологічної лінії видалення гною на фермі великої рогатої худоби шляхом удосконалення скреперної установки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: проаналізувати існуючі технології та технічні засоби видалення гною на фермах

ВРХ; розробити технологічну схему лінії видалення гною для ферми з безприв'язним утриманням тварин; провести вибір і розрахунок основного обладнання лінії; запропонувати конструктивне удосконалення скреперної установки; визначити основні енергетичні та конструкційні параметри удосконаленого робочого органа; розглянути питання охорони праці під час експлуатації установки; виконати економічну оцінку доцільності впровадження розробленого удосконалення.

У дипломному проєкті запропоновано удосконалення скрепера, яке передбачає застосування рухомих крил із можливістю вертикального переміщення, багатошарових гумових накладок на робочих крайках, бокових відкидних лопатей для очищення стінок каналу та датчика контролю стану тягового ланцюга. Таке рішення дозволяє підвищити якість очищення гнойового каналу, зменшити залишки гною, знизити навантаження на робочий орган і підвищити надійність роботи установки.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

Ефективне видалення гною є однією з ключових умов стабільної роботи ферми великої рогатої худоби. Цей процес пов'язаний не лише з підтриманням належного санітарного стану корівника, а й із продуктивністю тварин, збереженням якості молока, безпечністю праці персоналу та раціональним використанням органічних добрив. За несвоєчасного очищення проходів і стійл підвищується вологість підлоги, накопичуються залишки кормів і підстилки, погіршується мікроклімат та зростає небезпека травмування тварин через ковзання.

На сучасних молочнотоварних фермах застосовують різні технологічні схеми видалення гною: від простого очищення мобільними засобами до автоматизованих скреперних систем, які працюють за заданим циклом. Вибір конкретного рішення залежить від способу утримання худоби, кількості поголів'я, планувальних параметрів будівлі, наявності гнойових каналів, виду підстилки, вологості гнойової маси та прийнятої системи подальшого зберігання і використання гною.

Для ферм ВРХ найбільш поширеними залишаються механічні способи видалення гною, оскільки вони не потребують значної витрати води, можуть бути адаптовані до існуючих корівників і забезпечують регулярне очищення технологічних проходів. Особливе місце серед таких засобів займають скреперні установки, які відзначаються відносно простою будовою, можливістю автоматичного керування та придатністю для роботи у довгих поздовжніх каналах або гнойових проходах.

1.1 Технології видалення гною на фермах ВРХ

Технологія видалення гною на фермах ВРХ охоплює сукупність операцій з очищення місць утримання тварин, переміщення гнойової маси до збірних каналів або приймальних ємностей, транспортування її до гноєсховища та підготовки до подальшого використання як органічного добрива. У загальному вигляді

процес містить такі операції: відокремлення гною від поверхні підлоги, переміщення уздовж стійлового або кормо-гнойового проходу, збирання у поперечний канал, вивантаження у приямок чи резервуар, а також періодичне транспортування до місця зберігання.

За способом переміщення гною технології поділяють на механічні, гідравлічні, самопливні, мобільні та комбіновані. Механічні технології ґрунтуються на використанні скреперів, транспортерів, шнеків або скребкових органів, які переміщують гній без значного додавання води. Гідравлічні технології передбачають змив гною потоком води або його розрідження у каналах. Самопливні системи працюють за рахунок ухилу каналу і достатньої текучості маси. Мобільні технології використовують трактори з відвалами, фронтальні навантажувачі або мінінавантажувачі, що очищують відкриті проходи.

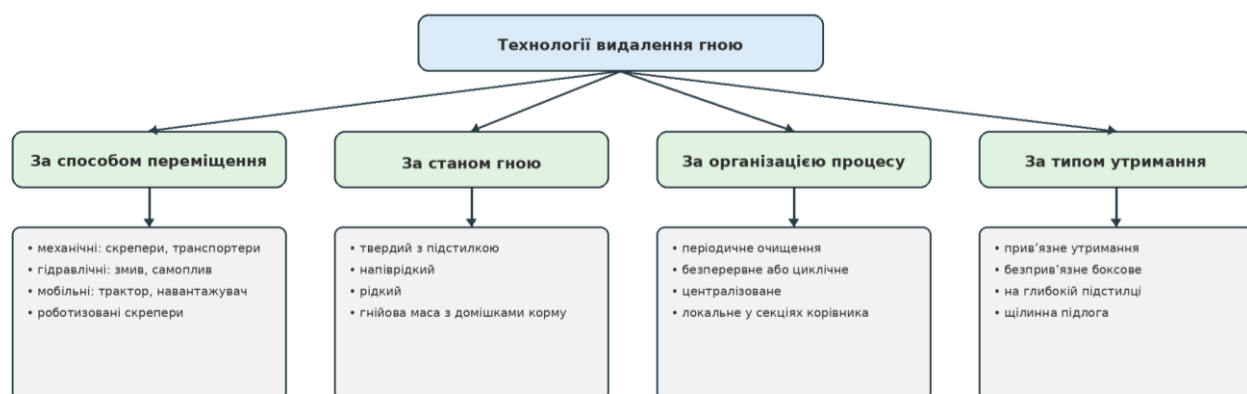


Рисунок 1.1 - Класифікація технологій видалення гною на фермах ВРХ

Для прив'язного утримання ВРХ характерним є утворення гною у гнойових канавках за стійлом або у вузьких проходах. У таких умовах доцільними є поздовжні скребкові транспортери або скреперні установки з невеликою шириною робочого органу. За безприв'язного боксового утримання основна частина гною накопичується у широких проходах між рядами боксів і біля кормового столу. У цьому разі перевагу мають канатно-скреперні або ланцюгово-скреперні установки, а також мобільні або роботизовані очищувачі.

На фермах із глибокою підстилкою видалення гною проводиться періодично, після накопичення шару підстилково-гнойової маси. Така технологія спрощує щоденне обслуговування, але потребує значних запасів підстилки, збільшує масу матеріалу, який треба вивезти, та ускладнює механізацію процесу в закритих приміщеннях. Для прибирання використовують трактори з навантажувачами, бульдозерні відвали або спеціальні машини для виймання ущільненої маси.

При утриманні тварин на щілинній підлозі гній надходить у підпільні канали або ванни, з яких його видаляють самопливом, періодичним зливом, насосами або мішалками після накопичення. Перевагою такої технології є зменшення кількості відкритих операцій у приміщенні, проте вона потребує якісного будівельного виконання каналів, стійких матеріалів підлоги, контролю виділення газів і надійної системи вентиляції.

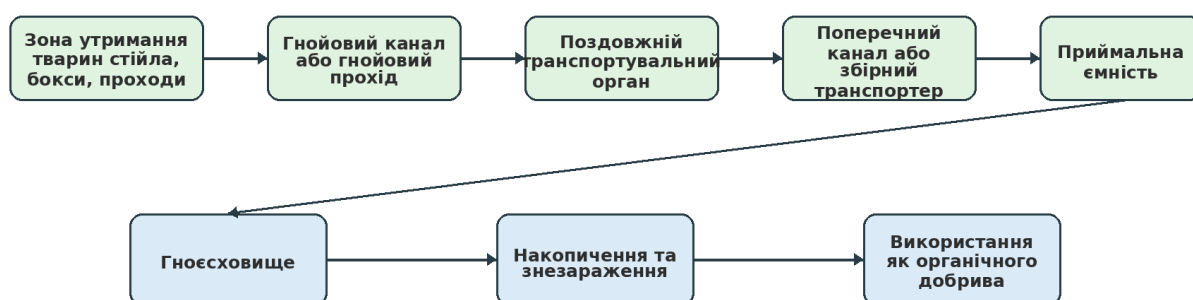


Рисунок 1.2 - Узагальнена технологічна схема видалення гною з корівника

Таблиця 1.1 - Порівняльна характеристика технологій видалення гною на фермах ВРХ

Технологія	Сутність процесу	Переваги	Обмеження
Механічна скреперна	Гній переміщується скреперами уздовж каналу або проходу до поперечного збірника	Регулярне очищення, можливість автоматизації, невелика витрата води	Потребує рівної підлоги, справного тягового органу і періодичного технічного обслуговування

Технологія	Сутність процесу	Переваги	Обмеження
Скребковий транспортер	Переміщення гною ланцюгом зі скребками у закритому або відкритому каналі	Стабільна подача, придатність для вузьких каналів	Підвищене спрацювання ланцюга і зірочок, чутливість до сторонніх предметів
Гідравлічний змив	Гній змивається водою у збірні канали та резервуари	Швидке очищення великих площ	Велика витрата води, збільшення об'єму рідкої фракції, потреба у герметичних ємностях
Самопливна	Маса переміщується каналом за рахунок ухилу та власної текучості	Мінімальна кількість рухомих механізмів	Ефективна лише за відповідної вологості гною та правильної геометрії каналу
Мобільна	Прибирання трактором, навантажувачем або мінінавантажувачем	Гнучкість використання, простота впровадження у старих приміщеннях	Потребує проходів достатньої ширини, створює шум і вихлопи, залежить від оператора
Роботизована	Автономний робот періодично очищує проходи за заданою траєкторією	Часте очищення, менша потреба у ручній праці	Висока вартість, потреба у якісній підлозі та стабільній навігації

Порівняння технологій показує, що універсальної системи для всіх типів ферм не існує. Для невеликих господарств з реконструйованими приміщеннями інколи достатньо мобільного очищення, тоді як для середніх і великих молочних

ферм доцільніше використовувати стаціонарні механізовані системи. Вони знижують трудомісткість процесу, забезпечують задану періодичність прибирання і краще узгоджуються з вимогами потокової організації виробництва.

Найбільш раціональною для багатьох корівників є механічна технологія зі скреперними установками. Вона не потребує значного розрідження гною, може працювати з масою різної консистенції, забезпечує регулярне переміщення забруднень з проходів і легко поєднується з поперечним транспортером або приймальним прийомом. Саме тому подальший аналіз доцільно зосередити на технічних засобах механічного видалення гною та конструкціях скреперних установок.

1.2 Огляд технічних засобів видалення гною з корівників

Технічні засоби для видалення гною з корівників відрізняються за видом робочого органу, способом передавання руху, напрямком транспортування, продуктивністю, рівнем автоматизації та вимогами до будівельної частини. У практиці експлуатації найчастіше застосовують скребкові транспортери, скреперні установки, шнекові транспортери, насоси для рідкого гною, тракторні агрегати з відвалами, фронтальні навантажувачі та спеціалізовані роботизовані очищувачі проходів.

Скребкові транспортери мають замкнений тяговий ланцюг, до якого прикріплені скребки. Вони переміщують гній у вузькому каналі та можуть забезпечувати безперервне або періодичне транспортування. Їх перевагою є чітко задана траєкторія руху та можливість роботи у канавках невеликої ширини. Недоліками є спрацювання ланцюга, потреба у регулюванні натягу, підвищене навантаження на зірочки та можливість заклинювання за наявності сторонніх предметів.

Шнекові транспортери використовують для переміщення гнойової маси у поперечному напрямку або на коротких ділянках. Вони компактні й можуть працювати у закритих кожухах, однак чутливі до волокнистих домішок, соломи та твердих включень. За великої вологості гною шнек може втрачати ефективність

через налипання маси, а за надмірної кількості підстилки зростають витрати енергії та ризик забивання.

Насосні системи застосовують переважно для рідкого або розрідженого гною. Вони забезпечують транспортування до резервуарів, лагун або сепараторів, але потребують попереднього перемішування, захисту від великих твердих часток і надійного електроживлення. Для щоденного очищення сухих або напіврідких проходів такі системи не завжди ефективні без допоміжного механічного збирання.

Мобільні засоби очищення - трактори з відвалами, мінінавантажувачі та фронтальні навантажувачі - використовують у корівниках з достатньою шириною проходів і відкритим плануванням. Їх перевагою є багатофункціональність, оскільки одна машина може виконувати не лише прибирання, а й завантаження, транспортування та розрівнювання матеріалів. Водночас мобільні машини збільшують шумове навантаження, створюють небезпеку наїзду, залежать від кваліфікації оператора і не завжди можуть працювати у вузьких або зайнятих тваринами проходах.

Роботизовані очищувачі проходів є перспективним напрямом для сучасних ферм із безприв'язним утриманням. Вони переміщуються автономно, очищують підлогу декілька разів на добу і зменшують потребу у ручній праці. Проте ефективність таких машин істотно залежить від якості підлоги, відсутності великих перешкод, стабільності навігації та організації руху тварин у корівнику. Крім того, висока вартість придбання обмежує їх використання у невеликих господарствах.

Аналіз технічних засобів показує, що для стаціонарного корівника з регулярним утворенням гною у поздовжніх проходах найбільш придатними є скреперні установки. На відміну від мобільних машин, вони не потребують постійного заїзду техніки у зону утримання тварин, не створюють значного шуму та можуть працювати у нічний час або між технологічними операціями. У порівнянні зі скребковими транспортерами скреперні установки краще пристосовані

до широких проходів і забезпечують зіштовхування гнойової маси з більшої площі.

Таблиця 1.2 - Основні технічні засоби видалення гною з корівників

Засіб	Робочий орган	Сфера застосування	Перевага	Недолік
Скребковий транспортер	Ланцюг зі скребками	Вузькі гнойові канавки, прив'язне утримання	Стабільна подача у заданому напрямку	Спрацювання тягових елементів
Скреперна установка	Поворотні або V-подібні скрепери	Поздовжні канали і проходи, боксове утримання	Велика зона очищення та можливість автоматизації	Потреба у точному налаштуванні натягу
Шнековий транспортер	Гвинтовий робочий орган	Поперечне розміщення або короткі ділянки	Компактність і закрита конструкція	Чутливість до соломи та твердих домішок
Насос для рідкого гною	Робоче колесо або шнеково-роторний орган	Резервуари, канали, лагуни	Транспортування на значну відстань	Потрібна рідка консистенція маси
Трактор з відвалом	Відвальний робочий орган	Широкі відкриті проходи	Універсальність і простота	Залежність від оператора, шум, вихлопи
Робот-скрепер	Автономний рухомий скребок	Боксові корівники з рівною підлогою	Часте очищення без постійного оператора	Висока початкова вартість

Важливою перевагою скреперних установок є можливість автоматичного циклічного керування. За допомогою кінцевих вимикачів, датчиків перевантаження і програмованих реле можна задавати кількість циклів прибирання протягом доби, тривалість пауз, напрямок руху та зупинку у разі аварійного навантаження. Це знижує участь оператора у рутинних операціях і підвищує передбачуваність технологічного процесу.

Разом з тим ефективність будь-якого стаціонарного засобу залежить від відповідності конструкції умовам роботи. Для скреперів важливими є ширина і профіль проходу, коефіцієнт тертя робочого органу по підлозі, наявність підстилки, вологість гною, довжина каналу, спосіб вивантаження у поперечний збірник та надійність тягового органу. Тому подальший огляд доцільно спрямувати саме на конструктивні особливості скреперних установок.

1.3 Огляд конструкцій скреперних установок

Скреперна установка призначена для періодичного переміщення гною з гнойового каналу або технологічного проходу до поперечного збірного каналу, приймального прямокутника чи транспортера. Основними елементами такої установки є привідна станція, тяговий орган, робочі скрепери, напрямні або ролики, натяжний пристрій, кінцеві вимикачі, елементи захисту від перевантаження та система керування. У багатьох конструкціях тяговий орган утворює замкнений контур, який забезпечує робочий і зворотний хід скреперів.

За типом тягового органу скреперні установки поділяють на ланцюгові, канатні, тросові та гідравлічні. Ланцюгові установки мають високу несучу здатність, добре передають тягове зусилля і придатні для довгих каналів. Вони достатньо надійні за правильного змащування та регулювання, однак мають більшу металомісткість і потребують контролю спрацювання ланок. Канатні й тросові установки легші та простіші у прокладанні, але потребують точного натягу і якісних напрямних, оскільки розтягування або перекручування тягового органу погіршує синхронність руху скреперів.

За формою робочого органу застосовують прямі скрепери, V-подібні скрепери, розкладні шарнірні скребки та скрепери з пружними крайками. Прямий скрепер простий у виготовленні, але за широкого проходу може нерівномірно розподіляти навантаження і залишати бічні зони неповного очищення. V-подібна

форма спрямовує гнійову масу до центра каналу та знижує боковий розкид. Шарнірні крила дають змогу складати робочий орган під час зворотного ходу, що зменшує опір і запобігає поверненню частини гною назад.

Приводна станція зазвичай містить електродвигун, редуктор, ведучу зірочку або барабан, муфту та захисні елементи. Для зменшення ударних навантажень доцільно застосовувати плавний пуск або редуктор із достатнім запасом крутного моменту. Натяжний пристрій компенсує видовження тягового органу і підтримує стабільне зачеплення. За недостатнього натягу виникає пробуксовування або сходження тягового органу з напрямних, а за надмірного - зростає навантаження на підшипники, редуктор і кріплення скреперів.

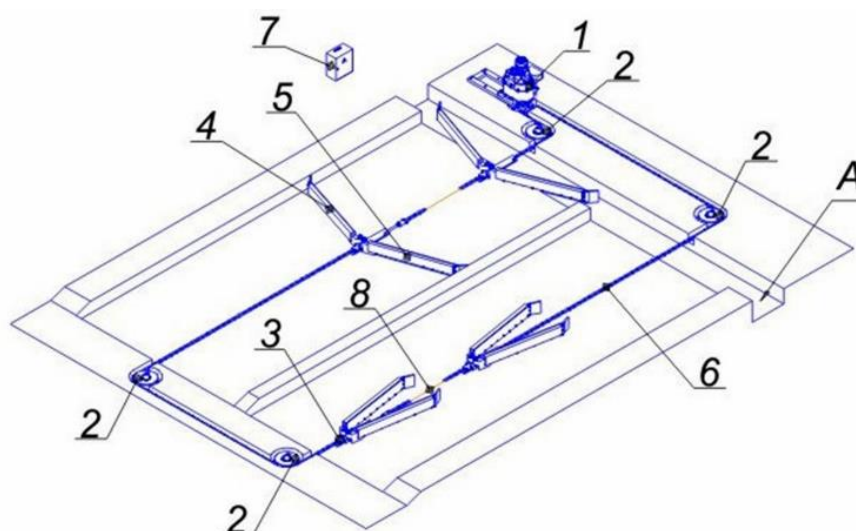


Рисунок 1.3 - Принципова схема скреперної установки у гнійовому каналі

Робота скреперної установки відбувається циклічно. Під час робочого ходу скрепер розкривається або займає положення, у якому його крайка спирається на підлогу і переміщує гній до місця вивантаження. Після досягнення крайнього положення система змінює напрямок руху, а робочий орган переходить у положення зворотного ходу. У конструкціях із шарнірними крилами під час зворотного переміщення вони складаються, зменшуючи опір і не переносячи значний об'єм гною у протилежному напрямку.

Найбільш відповідальними елементами скреперної системи є робоча крайка скрепера та вузли кріплення до тягового органу. Крайка має щільно прилягати до підлоги, але не створювати надмірного тертя. Для цього її виконують із сталі, гуми, полімерних накладок або комбінованих матеріалів. Металева крайка краще витримує абразивне спрацювання, але може пошкоджувати бетонну поверхню і створювати шум. Гумові та полімерні накладки працюють м'якше, однак швидше зношуються за наявності піску, камінців або твердих включень.

Кінцеві вимикачі та датчики положення забезпечують зупинку установки у крайніх точках і захищають привід від роботи поза допустимими межами. Додатково можуть застосовуватися реле струму або датчики перевантаження, які вимикають двигун у разі заклинювання скрепера. Для ферм із високою інтенсивністю роботи доцільним є встановлення шафи керування з ручним та автоматичним режимами, індикацією аварійних станів і можливістю зміни тривалості циклу.

Рисунок 1.4 - Типові конструктивні виконання робочих органів скреперних установок

Таблиця 1.3 - Порівняння конструкцій скреперних установок

Конструкція	Принцип роботи	Переваги	Недоліки
Ланцюгова з прямим скрепером	Ланцюг переміщує плоску скребкову планку	Проста конструкція, надійне передавання зусилля	Можливе неповне очищення бічних зон широкого проходу
Ланцюгова з V-подібним скрепером	Два крила утворюють кут і спрямовують масу до центра	Краще збирання гною, менший боковий розкид	Складніше виготовлення та вищі вимоги до симетрії
Канатна з шарнірними крилами	Крила розкриваються під час робочого ходу і складаються під час зворотного	Менший опір на холостому ході, можливість роботи у широких проходах	Потрібне точне налаштування шарнірів і натягу каната

Конструкція	Принцип роботи	Переваги	Недоліки
Тросова реверсивна	Трос намотується на барабан і переміщує скрепер у двох напрямках	Відносно проста приводна частина	Ризик розтягування, перекручування і спрацювання троса
Гідравлічна штовхальна	Скрепер переміщується гідроциліндром або системою штовхачів	Високе зусилля, плавний хід	Вища вартість і потреба в герметичній гідросистемі

Під час вибору або удосконалення скреперної установки необхідно враховувати не лише продуктивність, а й експлуатаційну надійність. У реальних умовах гнійова маса містить підстилку, залишки корму, вологі грудки, пісок та випадкові сторонні предмети. Тому робочий орган має мати запас міцності, а привід - захист від перевантаження. Недостатня жорсткість скрепера спричиняє перекид, нерівномірне притискання до підлоги і утворення неочищених смуг.

Окремої уваги потребує питання зменшення енерговитрат. Тяговий опір скрепера залежить від маси гною перед робочим органом, коефіцієнта тертя, кута встановлення крил, довжини каналу та якості поверхні підлоги. Надмірне збільшення ширини або висоти скрепера підвищує кількість переміщуваної маси, але може призвести до перевантаження приводу. Тому раціональна конструкція має забезпечувати компроміс між повнотою очищення, продуктивністю та питомими витратами енергії.

Перспективними напрямками удосконалення скреперних установок є застосування пружних або змінних накладок на крайках, оптимізація кута розкриття крил, використання шарнірних елементів для зменшення опору на зворотному ході, впровадження датчиків перевантаження, удосконалення натяжних пристроїв і застосування автоматичного керування циклом роботи. Такі рішення можуть підвищити якість очищення, знизити спрацювання тягового органу та зменшити витрати праці оператора.

1.4 Висновки

У результаті аналізу встановлено, що технологія видалення гною є важливою складовою механізованого виробничого процесу на фермах ВРХ. Вона впливає на санітарний стан приміщень, мікроклімат, умови утримання тварин, безпеку праці та можливість раціонального використання гною як органічного добрива.

Розглянуті технології видалення гною відрізняються за способом переміщення маси, рівнем механізації, потребою у воді, придатністю до різних систем утримання та вимогами до будівельної частини корівника. Для більшості ферм із регулярним накопиченням гною у поздовжніх проходах найбільш доцільними є механічні системи, які забезпечують очищення без значного розрідження маси.

Огляд технічних засобів показав, що скребкові транспортери, шнеки, насоси, мобільні машини та роботизовані очищувачі мають власні переваги й обмеження. Однак за поєднанням простоти, продуктивності, можливості автоматизації та пристосованості до корівників різного планування важливе місце займають скреперні установки.

Аналіз конструкцій скреперних установок свідчить, що їх ефективність визначається типом тягового органу, формою робочого скрепера, надійністю приводної і натяжної станцій, якістю робочої крайки та наявністю засобів захисту від перевантажень. Найбільш перспективними є конструкції з V-подібними або шарнірними робочими органами, які забезпечують повніше очищення проходу і менший опір на зворотному ході.

Подальше удосконалення скреперної установки доцільно спрямувати на підвищення якості очищення гнойового проходу, зменшення тягового опору, підвищення довговічності робочих елементів і автоматизацію режимів роботи. Це створює передумови для розроблення конструктивного рішення, яке буде розглянуте у наступних розділах дипломного проєкту.

2 ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ

2.1 Обґрунтування важливості питання

Проектування технологічної лінії видалення гною для ферми великої рогатої худоби є одним із визначальних етапів формування стабільного виробничого процесу. При безприв'язному боксовому утриманні основна маса гною накопичується у технологічних проходах, біля кормових столів, у зонах відпочинку і на ділянках переходів тварин. Несвоєчасне прибирання призводить до погіршення санітарного стану приміщень, підвищення вологості підлоги, зростання концентрації шкідливих газів, забруднення кінцівок і вимені, а також до ускладнення роботи персоналу.

Рациональна лінія видалення гною повинна забезпечувати регулярне очищення проходів, переміщення гнойової маси до збірних поперечних каналів або прямих, короткочасне накопичення на карантинному майданчику, подальше транспортування до гноєсховища і можливість вивезення органічної маси на поля після витримання. Таке рішення дає змогу поєднати санітарні вимоги у приміщеннях із вимогами щодо зберігання та використання гною як органічного добрива [6].

У розділі виконано розрахунок технологічної лінії відповідно до наведеної схеми: гній із поздовжніх проходів корівників видаляється скреперними установками, збирається поперечними гноєзбиральними конвеєрами, далі подається до зони навантаження, вивозиться транспортним агрегатом МТЗ-82 + ПСГУ-5 на карантинний майданчик або до гноєсховища, а для перевантаження і формування буртів використовується телескопічний навантажувач MERLO P 34.7.

2.2 Вихідні дані до проектування, зоотехнічні вимоги

Вихідними даними до проектування лінії видалення гною є кількість тварин на фермі, спосіб утримання, добовий вихід екскрементів від однієї голови,

витрати підстилки, періодичність прибирання, прийнята технологічна схема, відстань транспортування до майданчика та гноєсховища, а також типові характеристики наявних машин і обладнання. Для розрахунку прийнято ферму на 500 корів із безприв'язним боксовим утриманням. Основну частину гнойової маси становлять екскременти, рештки підстилки, кормові домішки та технологічна волога.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для розрахунку технологічної лінії видалення гною

Показник	Позначення	Одиниця	Прийняте значення
Кількість корів на фермі	N	гол.	500
Добовий вихід екскрементів від однієї корови	q_{Γ}	кг/гол·добу	55
Добові витрати підстилки та домішок	q_{Π}	кг/гол·добу	3
Коефіцієнт нерівномірності надходження гною	K_{Π}	-	1,10
Кількість циклів прибирання за добу	z	разів/добу	3
Розрахункова густина гнойової маси	ρ	т/м ³	0,75
Тривалість витримування до вивезення на поле	$t_{зб}$	діб	120
Довжина гнойового проходу	L	м	120
Швидкість руху скрепера	v	м/с	0,05

До зоотехнічних вимог лінії належать: своєчасне очищення проходів не менше двох-трьох разів на добу, недопущення накопичення шару гною, який перешкоджає руху тварин, зменшення травмування кінцівок, обмеження ручної

праці, забезпечення безпечної роботи персоналу, а також можливість накопичення гною у спеціально відведеному місці без забруднення території ферми. Робочі органи скреперів повинні переміщувати гній без різких ударів, не руйнувати підлогу і не створювати небезпечних зон для тварин.

Технологічна лінія має працювати у циклічному режимі. За один цикл скреперні установки переміщують гнойову масу вздовж поздовжніх каналів до поперечного транспортера або приймка. Далі маса подається на карантинний майданчик, звідки її навантажують у транспортний агрегат або формують у бурти. Такий підхід відповідає загальній логіці механізованого видалення гною на фермах ВРХ і дає змогу відокремити операції внутрішнього очищення приміщень від операцій зовнішнього транспортування [6].

2.3 Існуючі рішення та їх аналіз

Для видалення гною з приміщень ВРХ застосовують скреперні установки, скребкові та шнекові транспортери, гідрозмивні системи, мобільні засоби очищення, насосне обладнання для рідкого гною та комбіновані лінії. У безприв'язних корівниках найбільш доцільними є стаціонарні скреперні установки, оскільки вони не потребують постійного перебування оператора у проході, можуть працювати декілька разів на добу за заданим циклом і придатні для реконструйованих приміщень.

Скреперні установки типу ТСГ-250 є стаціонарними установками зворотно-поступальної дії. За типовими характеристиками вони мають замкнений тяговий орган, приводну станцію, поворотні пристрої, скребковий вузол і систему керування. Для таких установок типовою є довжина контуру до 250 м, а швидкість руху скрепера становить близько 5,1 м/хв, що відповідає прийнятому у розрахунку значенню 0,05 м/с [7].

Конвеєри ТСН-3,0Б належать до скребкових гноєзбиральних транспортів. Вони можуть застосовуватись для переміщення гною з окремих приміщень або допоміжних зон. Для них характерні горизонтальна і похила частини, пластинчастий ланцюг, швидкість руху скребків близько 0,18 м/с у горизонтальній частині та продуктивність близько 5,7–5,9 т/год [8].

Поперечні конвеєри КНП-10 застосовують для приймання гною від одного або декількох приміщень і подавання його до місця тимчасового накопичення або завантаження. Їх доцільно встановлювати у тих випадках, коли потрібно поєднати декілька поздовжніх каналів в одну технологічну лінію. У наведеній схемі КНП-10А використовується як збірний елемент, який забезпечує приймання гною від скреперних установок корівника [9].

Зовнішнє транспортування гною виконується транспортним агрегатом МТЗ-82 + ПСГУ-5. Для навантаження та формування бортів на карантинному майданчику передбачено телескопічний навантажувач MERLO P 34.7. За паспортними даними вантажопідйомність навантажувача цієї серії становить 3,4 т, а висота підйому - близько 7 м, що достатньо для роботи з кузовами причепів і формування бортів гною [10].

2.4 Розробка технологічної схеми лінії

Технологічна схема лінії передбачає послідовне виконання операцій: накопичення гною у проходах корівників, переміщення його скреперними установками до поперечного каналу, подавання гною конвеєрами до зони навантаження, транспортування на карантинний майданчик, витримування та подальше переміщення до гноєсховища або вивезення на поле. На схемі передбачені телятник, корівники, гноєзбиральні конвеєри ТСН-3,0Б і КНП-10А, скреперна установка ТСГ-250, транспортний агрегат МТЗ-82 + ПСГУ-5, телескопічний навантажувач MERLO P 34.7, карантинний майданчик і гноєсховище.

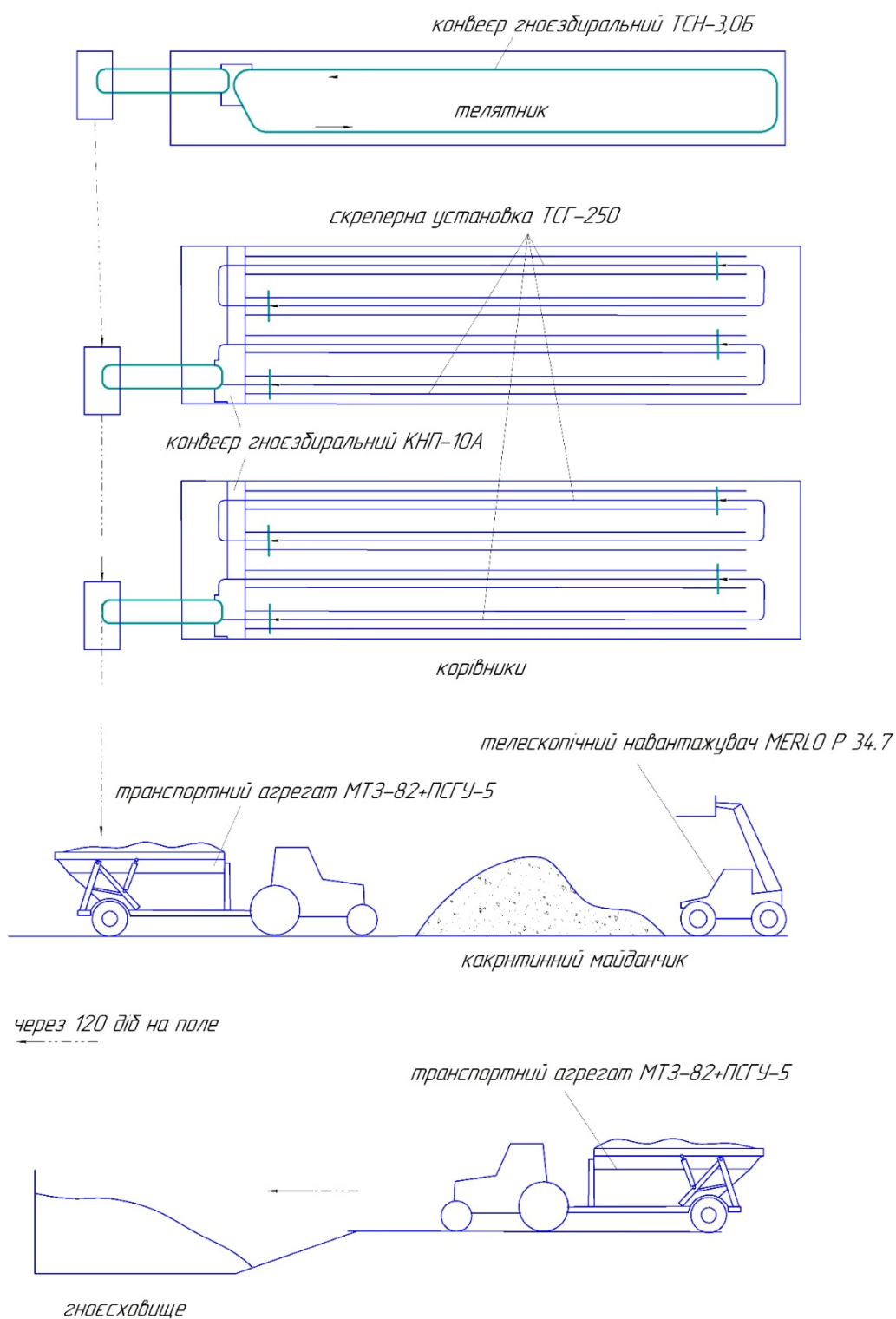


Рисунок 2.1 – Технологічна схема лінії видалення гною

У верхній частині схеми показано телятник, з якого гній відводиться гноєзбиральним конвеєром ТСН-3,0Б. Основні корівники обслуговуються скреперними установками та поперечними конвеєрами. Гній з поздовжніх проходів пе-

реміщується до поперечного каналу, після чого спрямовується до зони навантаження. На карантинному майданчику маса короткочасно накопичується, вирівнюється за вологістю, частково ущільнюється і надалі перевозиться у гноєсховище або використовується після витримування.

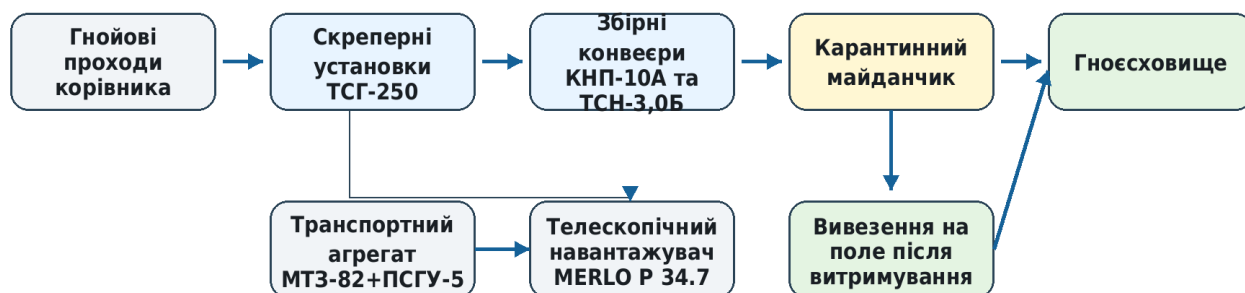


Рисунок 2.2 – Узагальнена послідовність операцій лінії видалення гною

Прийнята схема є комбінованою: усередині приміщень переважає стаціонарне механічне видалення, а за межами приміщень - мобільне транспортування та навантаження. Така структура лінії зручна для ферми на 500 корів, оскільки дає змогу розподілити роботу між окремими ділянками, не перевантажуючи один механізм, і забезпечити резерв часу для технічного обслуговування обладнання.

2.5 Визначення типу та кількості обладнання лінії

2.5.1 Вихідні дані

Розрахунок обладнання виконано за добовою масою гною, кількістю циклів прибирання, тривалістю одного циклу та паспортною або прийнятою експлуатаційною продуктивністю машин. Добова маса гнойової маси визначається як сума екскрементів і підстилки від усього поголів'я.

$$M_d = \frac{N \cdot (q_r + q_n)}{1000} = \frac{500 \cdot (55 + 3)}{1000} = 29,0 \text{ т/добу} \quad (2.1)$$

де M_d - добова маса гною, т/добу; N - кількість тварин, гол.; q_r - добовий вихід екскрементів від однієї корови, кг/гол·добу; q_n - добові витрати підстилки та домішок, кг/гол·добу.

З урахуванням нерівномірності надходження гною протягом доби визначають розрахункову добову масу.

$$M_{d,p} = K_n \cdot M_d = 1,10 \cdot 29,0 = 31,9 \text{ т/добу} \quad (2.2)$$

де $M_{d,p}$ - розрахункова добова маса гною, т/добу; K_n - коефіцієнт нерівномірності надходження гною; M_d - добова маса гною, т/добу.

За триразового очищення корівників розрахункова маса гною, що припадає на один цикл роботи всієї лінії, становить:

$$M_{\text{ц}} = \frac{M_{d,p}}{z} = \frac{31,9}{3} = 10,63 \text{ т/цикл} \quad (2.3)$$

де $M_{\text{ц}}$ - маса гною, що видаляється за один цикл, т/цикл; z - кількість циклів прибирання за добу.

Таблиця 2.2 - Розподіл добового потоку гнойової маси за ділянками лінії

Ділянка лінії	Обладнання за схемою	Частка потоку	Розрахункова маса, т/добу	Прийнятий режим
Перший корівник	Скреперна установка ТСГ-250	50 %	15,95	3 цикли/добу
Другий корівник	КНП-10А / скреперні канали	50 %	15,95	3 цикли/добу
Телятник і допоміжні зони	ТСН-3,0Б	резерв лінії	до 1,5	за потреби
Карантинний майданчик - гноєсховище	МТЗ-82 + ПСГУ-5, MERLO P 34.7	100 %	31,9	щоденне вивезення або накопичення

2.5.2 Видалення гною з приміщень

Для видалення гною з корівників прийнято скреперні установки, що працюють у поздовжніх гнойових проходах. Кількість установок визначають за кількістю поголів'я, яке обслуговується одним комплектом, та за розміщенням тварин у приміщеннях. Оскільки в технологічній схемі передбачено два основні корівники, кожен з яких приймається на 250 корів, потрібна кількість скреперних комплектів становить:

$$n_{\text{ск}} = \text{ceil}\left(\frac{N}{N_{\text{об}}}\right) = \text{ceil}\left(\frac{500}{250}\right) = 2 \quad (2.4)$$

де $n_{\text{ск}}$ - кількість скреперних комплектів; N - загальна кількість корів, гол.; $N_{\text{об}}$ - кількість тварин, яку обслуговує один комплект у прийнятій схемі, гол.; ceil - округлення до більшого цілого значення.

Тривалість робочого ходу скрепера перевіряють за довжиною гнойового проходу і швидкістю руху тягового органу. Для проходу довжиною 120 м та швидкості 0,05 м/с маємо:

$$t_p = \frac{L}{60 \cdot v} = \frac{120}{60 \cdot 0,05} = 40 \text{ хв} \quad (2.5)$$

де t_p - тривалість робочого ходу скрепера, хв; L - довжина гнойового проходу, м; v - швидкість руху скрепера, м/с. Одержане значення дає змогу виконувати три цикли прибирання за добу без перевантаження обладнання та без значного втручання у режим утримання тварин.

Необхідну продуктивність внутрішньої ділянки для одного корівника визначаємо за масою гною, що надходить від половини поголів'я протягом одного циклу, і прийнятою тривалістю роботи лінії.

$$Q_{\text{л}} = \frac{M_{\text{ц.б}}}{t_{\text{ц}}} = \frac{5,32}{0,75} = 7,1 \text{ т/год} \quad (2.6)$$

де $Q_{\text{л}}$ - необхідна продуктивність внутрішньої ділянки лінії, т/год; $M_{\text{ц.б}}$ - маса гною від одного корівника за один цикл, т; $t_{\text{ц}}$ - прийнята тривалість одного

циклу роботи обладнання, год. Для прийнятої схеми потрібна продуктивність на один корівник становить 7,1 т/год. Це значення використовується для перевірки поперечного конвеєра та режиму роботи скреперних установок.

Скреперна установка ТСГ-250 за будовою відповідає умовам роботи у широкому гнойовому проході, а гноєзбиральний конвеєр КНП-10А приймається для приймання потоку від поздовжніх каналів і подавання його до зони зовнішнього транспортування. Конвеєр ТСН-3,0Б у телятнику працює з меншим добовим навантаженням, тому його продуктивність має резерв відносно розрахункового потоку [8, 9].

Таблиця 2.3 - Перевірка прийнятого обладнання для видалення гною з приміщень

Обладнання	Призначення	Кількість	Прийнята продуктивність або параметр	Результат перевірки
ТСГ-250	Поздовжнє переміщення гною у першому корівнику	1 комплект	довжина контуру до 250 м; $v \approx 0,05$ м/с	забезпечує 3 цикли/добу
КНП-10А	Збір і поперечне переміщення гною від корівника	1 комплект	$Q_{\text{пасп}} \geq 10$ т/год	$Q_{\text{потр}} = 7,1$ т/год, резерв $\approx 29\%$
ТСН-3,0Б	Гноєзбирання з телятника та допоміжних зон	1 комплект	$Q_{\text{пасп}} \approx 5,7-5,9$ т/год	працює з технологічним резервом

2.5.3 Транспортування гною до сховища

Після подавання гною на карантинний майданчик його транспортують до гноєсховища або, після витримання, вивозять на поле. Для зовнішнього пере-

міщення прийнято транспортний агрегат МТЗ-82 + ПСГУ-5. Корисне завантаження агрегату приймаємо з урахуванням коефіцієнта використання вантажопідйомності.

$$G_T = G_H \cdot K_B = 5,0 \cdot 0,85 = 4,25 \text{ т} \quad (2.7)$$

де G_T - корисна маса гною за один рейс, т; G_H - номінальна вантажопідйомність причепа, т; K_B - коефіцієнт використання вантажопідйомності. Для гнової маси коефіцієнт K_B прийнято меншим за одиницю через неоднорідність, вологість і нерівномірність заповнення кузова.

Кількість рейсів транспортного агрегату за добу визначають за розрахунковою добовою масою гною.

$$n_p = \text{ceil}\left(\frac{M_{д.р}}{G_T}\right) = \text{ceil}\left(\frac{31,9}{4,25}\right) = 8 \text{ рейсів} \quad (2.8)$$

де n_p - кількість рейсів за добу; $M_{д.р}$ - розрахункова добова маса гною, т/добу; G_T - корисна маса гною за один рейс, т. Отже, для щоденного переміщення всієї маси потрібно виконувати 8 рейсів.

Експлуатаційна продуктивність транспортного агрегату визначається з урахуванням часу навантаження, руху до сховища, розвантаження, повернення і маневрування. За тривалості одного рейсу 0,55 год одержуємо:

$$Q_T = \frac{G_T}{t_{рс}} = \frac{4,25}{0,55} = 7,7 \text{ т/год} \quad (2.9)$$

де Q_T - експлуатаційна продуктивність транспортного агрегату, т/год; $t_{рс}$ - тривалість одного транспортного рейсу, год. Тривалість роботи агрегату для перевезення добової маси гною становитиме приблизно 4,1 год, тому для прийнятої ферми достатньо одного транспортного агрегату.

Для навантаження гною на карантинному майданчику прийнято телескопічний навантажувач MERLO P 34.7. Його вантажопідйомність 3,4 т достатня для роботи з ковшем і для завантаження кузова причепа. Розрахункова продуктивність навантаження при місткості ковша 1,5 м³, коефіцієнті заповнення 0,90 і циклі 0,05 год становить:

$$Q_n = \frac{V_k \cdot \rho \cdot \varphi_k}{t_n} = \frac{1,5 \cdot 0,75 \cdot 0,90}{0,05} = 20,25 \text{ т/год} \quad (2.10)$$

де Q_n - продуктивність навантажувача, т/год; V_k - місткість ковша, м^3 ; ρ - густина гнойової маси, т/м^3 ; φ_k - коефіцієнт заповнення ковша; t_n - тривалість одного циклу навантаження, год. Для навантаження добової маси гною потрібно близько 1,6 год роботи навантажувача, тому один навантажувач повністю забезпечує потреби лінії.

Таблиця 2.4 - Розрахунок зовнішнього транспортування і навантаження гною

Показник	Одиниця	Значення
Розрахункова добова маса гною	т/добу	31,9
Корисне завантаження ПСГУ-5 за один рейс	т	4,25
Необхідна кількість рейсів	рейсів/добу	8
Тривалість одного рейсу	год	0,55
Продуктивність транспортного агрегату	т/год	7,7
Добова зайнятість транспортного агрегату	год/добу	4,1
Продуктивність навантажувача MERLO P 34.7	т/год	20,25
Добова зайнятість навантажувача	год/добу	1,6

2.5.4 Зберігання гною

На технологічній схемі передбачено карантинний майданчик і гноєсховище. Карантинний майданчик використовується для короткочасного накопичення, вирівнювання вологості та організації подальшого перевезення гнойової маси. Гноєсховище має забезпечити зберігання розрахункової маси протягом прийнятого строку 120 діб до вивезення органічної маси на поле.

$$V_{cx} = \frac{M_{дп} \cdot t_{зб} \cdot K_3}{\rho} = \frac{31,9 \cdot 120 \cdot 1,15}{0,75} = 5869 \text{ м}^3 \quad (2.11)$$

де V_{cx} - розрахунковий об'єм гноєсховища, m^3 ; $M_{д.р}$ - розрахункова добова маса гною, $t/добу$; $t_{зб}$ - тривалість зберігання, $дб$; K_z - коефіцієнт запасу об'єму; ρ - густина гнойової маси, t/m^3 .

Площу гноєсховища визначають за розрахунковим об'ємом і допустимою висотою складування. За висоти бурту 2,5 м маємо:

$$F_{cx} = \frac{V_{cx}}{h_k} = \frac{5869}{2,5} = 2348 \text{ м}^2 \quad (2.12)$$

де F_{cx} - потрібна площа гноєсховища, m^2 ; V_{cx} - розрахунковий об'єм гноєсховища, m^3 ; h_k - прийнята висота складування гнойової маси, м. З урахуванням проходів, укосів і технологічного запасу площу майданчика доцільно прийняти не менше 2500–2600 m^2 .

Для орієнтовного визначення добової потреби електроенергії внутрішньої механізованої частини лінії враховують встановлену потужність і тривалість роботи обладнання.

$$E_d = \sum P_i \cdot t_i = 10,9 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{добу} \quad (2.13)$$

де E_d - добова витрата електроенергії, $кВт \cdot \text{год}/\text{добу}$; P_i - встановлена потужність i -ої електрифікованої машини, $кВт$; t_i - тривалість її роботи за добу, $год$. Це значення використовується як орієнтовне для подальшої економічної оцінки, оскільки фактична витрата залежить від режиму роботи, вологості гною, опору переміщення, стану ланцюгів і технічного обслуговування.

Таблиця 2.5 - Підсумковий склад машин і обладнання технологічної лінії

Машина або обладнання	Призначення у лінії	Кількість	Обґрунтування прийняття
Скреперна установка ТСГ-250	Видалення гною з поздовжнього проходу корівника	1 комплект	відповідає довжині проходу та режиму 3 цикли/добу

Машина або обладнання	Призначення у лінії	Кількість	Обґрунтування прийняття
Гноєзбиральний конвеєр КНП-10А	Поперечне переміщення гною від корівника	1 комплект	$Q_{пасп} \geq Q_{потр}$, наявний резерв продуктивності
Гноєзбиральний конвеєр ТСН-3,0Б	Видалення гною з телятника та допоміжної зони	1 комплект	продуктивність достатня для допоміжного потоку
Транспортний агрегат МТЗ-82 + ПСГУ-5	Перевезення гною до майданчика і сховища	1 агрегат	забезпечує 8 рейсів/добу за 4,1 год роботи
Телескопічний навантажувач MERLO P 34.7	Навантаження, формування буртів, робота на майданчику	1 машина	продуктивність 20,25 т/год, добова зайнятість близько 1,6 год
Карантинний майданчик і гноєсховище	Накопичення та витримування гнойової маси	1 комплекс	об'єм сховища 5869 м ³ , площа не менше 2500–2600 м ²

2.6 Висновки

У розділі розроблено технологічну схему лінії видалення гною для ферми ВРХ на 500 корів із безприв'язним боксовим утриманням. Схема передбачає внутрішнє скреперне видалення гною з корівників, поперечне переміщення конвеєрами, короткочасне накопичення на карантинному майданчику, зовнішнє транспортування та зберігання у гноєсховищі.

Розрахункова добова маса гною з урахуванням підстилки та коефіцієнта нерівномірності становить 31,9 т/добу. За триразового прибирання на один цикл роботи лінії припадає 10,63 т гнойової маси, а для одного корівника потрібна продуктивність внутрішньої ділянки становить близько 7,1 т/год.

Для реалізації технологічної схеми прийнято скреперну установку ТСГ-250, гноєзбиральні конвеєри КНП-10А і ТСН-3,0Б, транспортний агрегат МТЗ-82 + ПСГУ-5 та телескопічний навантажувач MERLO P 34.7. Розрахунок показав, що одного транспортного агрегату достатньо для виконання 8 рейсів за добу, а одного навантажувача достатньо для навантаження добової маси гною з резервом продуктивності.

Для витримування гною протягом 120 діб потрібний об'єм гноєсховища становить близько 5869 м³, а площа майданчика при висоті складування 2,5 м - не менше 2500–2600 м² з урахуванням технологічного запасу. Отримані параметри можуть бути використані як основа для подальшого конструктивного удосконалення скреперної установки та економічної оцінки розробленої лінії.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ СКРЕПЕРНОЇ УСТАНОВКИ

3.1 Актуальність питання

Ефективність лінії видалення гною у корівниках значною мірою визначається якістю роботи поздовжніх скреперних установок. Саме вони безпосередньо контактують із гнойовою масою, працюють у вологому агресивному середовищі, сприймають значні ударні та тягові навантаження і повинні забезпечувати очищення проходів без пошкодження бетонної підлоги. За безприв'язного боксового утримання ВРХ недоліки роботи скрепера швидко проявляються у вигляді залишкового шару гною, підвищеної вологості настилу, забруднення копит і вимені тварин, а також у зростанні витрат праці на додаткове очищення проходів [12].

Серійна скреперна установка ТСГ-250 є достатньо поширеним засобом механізації видалення гною, однак її робота у реальних умовах залежить від стану каналу, рівності його дна, вологості гною, кількості підстилки, справності ланцюга та положення скребків. Жорстке кріплення робочих елементів не завжди забезпечує щільне прилягання до підлоги. У місцях нерівностей частина гнойової маси залишається у каналі, а під час проходження через виступи зростає опір руху, що збільшує навантаження на привод і тяговий орган.

Актуальність удосконалення полягає у підвищенні якості очищення гнойового каналу без істотного ускладнення конструкції базової установки. Для цього доцільно застосувати плаваюче кріплення крил скрепера, багатошарову гумову крайку на нижній частині робочих органів, відкидні бокові лопаті для очищення стінок каналу та контроль стану тягового ланцюга. Такі зміни спрямовані на зменшення залишкового шару гною, зниження ударних навантажень, підвищення надійності та безпеки експлуатації установки [13].

3.2 Вихідні дані та постановка завдання на проектування

Скреперна установка типу ТСГ-250 призначена для прибирання гною у корівниках при боксовому утриманні ВРХ та подавання його у поперечний колектор. Установка має замкнений тяговий орган, приводну станцію, поворотні пристрої та два робочі органи, розташовані по одному на гілках ланцюга. Загальний вигляд скребка установки ТСГ-250 наведено на рисунку 3.1.

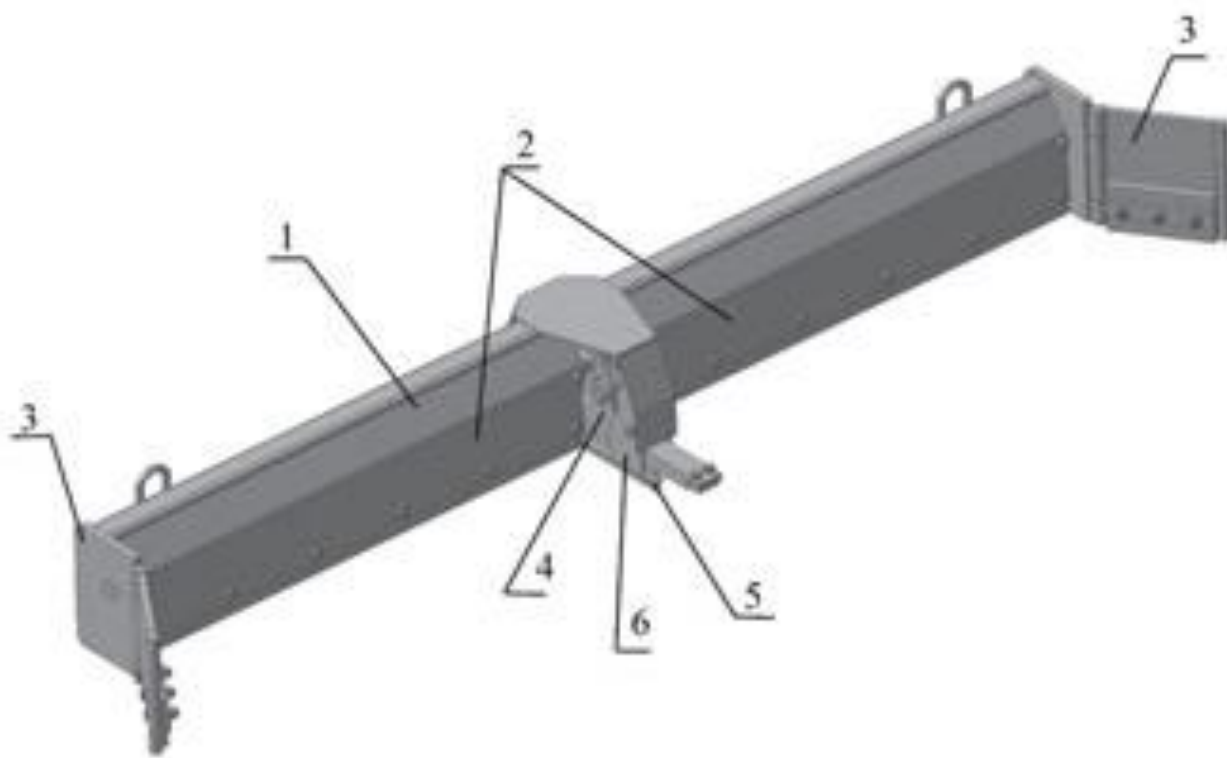


Рисунок 3.1 - Загальний вигляд скребка установки ТСГ-250

Ширина захвату скрепера у розкритому стані становить 1,8 м, висота скребків - 0,27 м. Установка працює періодично і в удосконаленому варіанті вмикається автоматично за заданою програмою до 13 разів на добу. Для розрахунку приймаємо, що один комплект установки обслуговує один корівник на 250 корів, а технологічні показники добового надходження гною узгоджені з результатами розділу 2.

Таблиця 3.1 - Характеристики гнойової маси, прийняті для розрахунку

Показник	Позна-чення	Оди-ниця	Прийняте зна-чення
Розрахункова густина гнойової маси	ρ	т/м ³	0,75
Вологість гнойової маси	W	%	84-88
Коефіцієнт тертя гною по бетонній підлозі	f_{Γ}	-	0,65
Коефіцієнт опору руху тягового органу	$f_{\text{л}}$	-	0,08
Коефіцієнт запасу за опором руху	K_3	-	1,15
Коефіцієнт заповнення робочого об'єму скрепера	φ	-	0,75

Таблиця 3.2 - Вихідні конструкційні та режимні параметри скреперної установки

Показник	Позначення	Одиниця	Значення
Кількість корів, що обслуговує один комплект	$N_{\text{ск}}$	гол.	250
Розрахункова добова маса гною від одного комплексу	$M_{\text{д.ск}}$	т/добу	15,95
Кількість вмикань установки за добу	z	разів/добу	13
Довжина гнойового проходу	L	м	120
Ширина захвату скрепера	B	м	1,8
Висота скребка	h	м	0,27
Швидкість руху скрепера	v	м/с	0,05
Діаметр ведучої зірочки	D_3	м	0,25
ККД привода з урахуванням передач і тертя	η	-	0,75
Питома маса тягового ланцюга	$q_{\text{л}}$	кг/м	4,5

Завданням проєктування є розроблення такого варіанта удосконалення, який можна реалізувати на базовому скрепері без заміни всієї установки. Конструкція повинна забезпечувати плавне копіювання нерівностей дна каналу, захист робочої крайки від ударного зношування, очищення бічних стінок каналу і автоматичне блокування запуску за небезпечного ослаблення або обриву тягового ланцюга. Розрахунок виконуємо для перевірки енергетичних параметрів, тягового зусилля, розмірів гумової крайки, ходу плаваючого кріплення, зусилля пружного підвісу, міцності балки та запасу міцності ланцюга.

3.3 Опис запропонованого удосконалення

Для усунення недоліків серійної установки у конструкцію скрепера вносяться зміни, які не порушують загальної кінематичної схеми ТСГ-250. Основним удосконаленням є виконання бокових крил із можливістю плавання у вертикальній площині. Крила встановлюються на шарнірах і напрямних пазах, що дає змогу їм зміщуватися вгору під час проходження локальних нерівностей та повертатися у робоче положення під дією власної маси і пружного елемента.

У нижній частині центрального скребка і бокових крил передбачається багатошарова гумова крайка. Нижній м'який шар забезпечує щільний контакт із підлогою і зменшує залишковий шар гною, а верхній твердіший шар сприймає основне навантаження та запобігає швидкому руйнуванню. Гумова крайка працює як компенсатор нерівностей, зменшує ударні навантаження на металеву частину скрепера та знижує імовірність пошкодження бетонного дна каналу.

По краях бокових крил встановлюються відкидні лопаті для очищення бічних стінок гнойового каналу. Під час робочого ходу вони займають розкрите положення і підгортають гній від стінок до центральної частини проходу, а при зворотному ході можуть відхилитися, зменшуючи опір руху. Для підвищення надійності привода у схему керування вводиться датчик контролю стану ланцюга.

При значному ослабленні або обриві тягового органу датчик блокує запуск установки та подає світловий і звуковий сигнал несправності. Таке рішення відповідає загальним вимогам до безпечного проєктування машин та електрообладнання [16, 17].

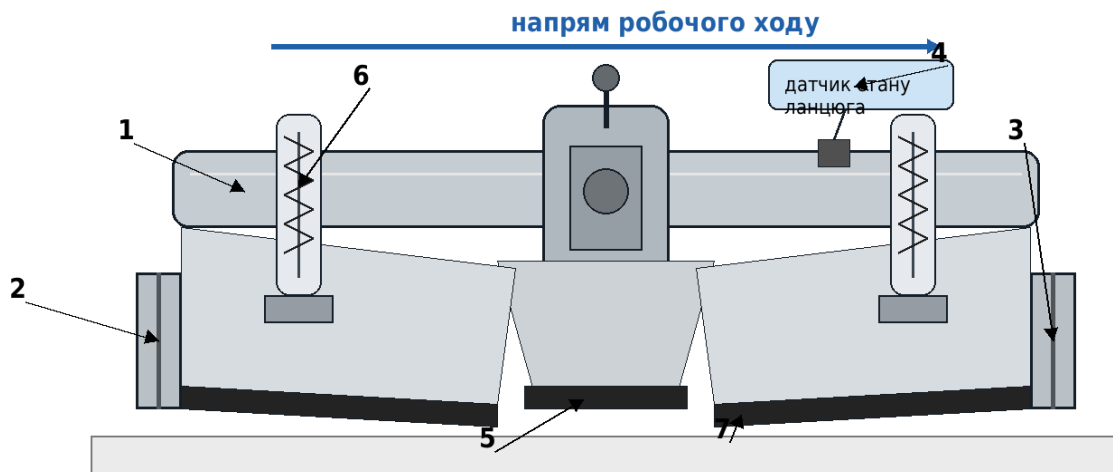


Рисунок 3.2 – Схема удосконаленого скрепера ТСГ-250

Робота удосконаленого скрепера відбувається так. Під час робочого ходу крила розкриваються на повну ширину захвату і переміщують гній до поперечного каналу. Гумова крайка стискається і копіює нерівності підлоги, завдяки чому зменшується залишковий шар гною. Під час зворотного ходу крила частково складаються, а бічні лопаті відхиляються, що зменшує опір переміщенню. Якщо тяговий ланцюг втрачає натяг, переміщення контрольного ролика або важеля змінює стан датчика і установка не запускається до усунення несправності.

3.4 Розрахунок основних параметрів установки

3.4.1 Енергетичні параметри

Енергетичний розрахунок виконуємо за тяговим опором переміщення гноювої маси, опором руху тягового ланцюга та коефіцієнтом запасу. Оскільки у розділі 2 розрахункова добова маса гною для всієї ферми становить 31,9 т/добу,

для одного комплексу, що обслуговує один корівник, приймаємо половину цього потоку.

$$M_{\text{д.ск}} = \frac{M_{\text{д.р}}}{n_{\text{ск}}} = \frac{31,9}{2} = 15,95 \text{ т/добу} \quad (3.1)$$

де $M_{\text{д.ск}}$ - розрахункова добова маса гною, що припадає на один скреперний комплект, т/добу; $M_{\text{д.р}}$ - розрахункова добова маса гною для ферми, т/добу; $n_{\text{ск}}$ - кількість скреперних комплектів.

Маса гною, яка надходить на один скреперний комплект за одне вмикання установки, дорівнює:

$$M_{\text{ц.ск}} = \frac{M_{\text{д.ск}}}{z} = \frac{15,95}{13} = 1,23 \text{ т/цикл} \quad (3.2)$$

де $M_{\text{ц.ск}}$ - маса гною за один цикл роботи одного скреперного комплексу, т/цикл; z - кількість вмикань установки за добу.

Об'єм гнойової маси за один цикл та середня товщина шару у проході визначаються за залежностями:

$$V_{\text{ц}} = \frac{M_{\text{ц.ск}}}{\rho} = \frac{1,23}{0,75} = 1,64 \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

де $V_{\text{ц}}$ - об'єм гнойової маси за один цикл, м^3 ; ρ - розрахункова густина гнойової маси, т/м^3 .

$$\delta = \frac{V_{\text{ц}}}{B \cdot L} = \frac{1,64}{1,8 \cdot 120} = 0,0076 \text{ м} \quad (3.4)$$

де δ - середня розрахункова товщина шару гною у проході, м; B - ширина захвату скрепера, м; L - довжина гнойового проходу, м. Отримане значення є середнім, оскільки фактично гнойова маса розподілена нерівномірно і частина її накопичується біля місць проходу тварин.

Вага гнойової маси, що переміщується за один цикл, становить:

$$G_{\text{г}} = M_{\text{ц.ск}} \cdot 1000 \cdot g = 1,23 \cdot 1000 \cdot 9,81 = 12,04 \text{ кН} \quad (3.5)$$

де $G_{\text{г}}$ - вага гнойової маси, кН; g - прискорення вільного падіння, м/с^2 .

Опір переміщенню гнойової маси по бетонному дну каналу визначаємо через коефіцієнт тертя:

$$F_{\Gamma} = f_{\Gamma} \cdot G_{\Gamma} = 0,65 \cdot 12,04 = 7,82 \text{ кН} \quad (3.6)$$

де F_{Γ} - опір переміщенню гнойової маси, кН; f_{Γ} - коефіцієнт тертя гнойової маси по бетонній підлозі; G_{Γ} - вага гнойової маси, кН.

Довжина замкненого контуру тягового ланцюга у наближеному вигляді становить:

$$L_{\kappa} = 2 \cdot L + 2 \cdot B = 2 \cdot 120 + 2 \cdot 1,8 = 243,6 \text{ м} \quad (3.7)$$

де L_{κ} - довжина контуру тягового ланцюга, м; L - довжина гнойового проходу, м; B - ширина між гілками контуру, м.

Масу рухомих металевих елементів приймаємо як суму маси тягового ланцюга і двох скреперів:

$$m_{\lambda} = q_{\lambda} \cdot L_{\kappa} + 2 \cdot m_{\text{ск}} = 4,5 \cdot 243,6 + 2 \cdot 70 = 1236 \text{ кг} \quad (3.8)$$

де m_{λ} - маса тягового ланцюга і скреперів, кг; q_{λ} - питома маса ланцюга, кг/м; $m_{\text{ск}}$ - маса одного скрепера, кг.

Опір руху тягового органу та робочих елементів становить:

$$F_{\lambda} = f_{\lambda} \cdot m_{\lambda} \cdot g = 0,08 \cdot 1236 \cdot 9,81 = 0,97 \text{ кН} \quad (3.9)$$

де F_{λ} - опір руху тягового органу, кН; f_{λ} - коефіцієнт опору руху ланцюга по напрямних; m_{λ} - маса рухомих елементів, кг.

Повне розрахункове тягове зусилля з урахуванням запасу визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot (F_{\Gamma} + F_{\lambda}) = 1,15 \cdot (7,82 + 0,97) = 10,11 \text{ кН} \quad (3.10)$$

де F_{Σ} - повне розрахункове тягове зусилля, кН; K_{Σ} - коефіцієнт запасу за опором руху; F_{Γ} - опір переміщення гною, кН; F_{λ} - опір руху тягового органу, кН.

Потрібна потужність на приводному валу визначається за швидкістю руху скрепера і ККД привода:

$$P_p = \frac{F_\Sigma \cdot v}{\eta} = \frac{10,11 \cdot 0,05}{0,75} = 0,67 \text{ кВт} \quad (3.11)$$

де P_p - розрахункова потужність привода, кВт; v - швидкість руху скрепера, м/с; η - ККД привода.

З урахуванням пускових режимів, нерівномірності навантаження та можливого збільшення вологості ґною приймаємо коефіцієнт запасу потужності $K_p = 1,5$:

$$P_{дв} = K_p \cdot P_p = 1,5 \cdot 0,67 = 1,01 \text{ кВт} \quad (3.12)$$

де $P_{дв}$ - потрібна встановлена потужність електродвигуна, кВт; K_p - коефіцієнт запасу потужності; P_p - розрахункова потужність, кВт. За результатом розрахунку для привода достатньо електродвигуна встановленою потужністю 1,5 кВт. Якщо на базовій установці встановлено двигун 2,2 кВт, він має додатковий резерв для роботи у важчих умовах.

Частота обертання ведучої зірочки та необхідне передавальне число привода визначаються за швидкістю руху ланцюга:

$$n_3 = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_3} = \frac{60 \cdot 0,05}{3,14 \cdot 0,25} = 3,82 \text{ хв}^{-1} \quad (3.13)$$

де n_3 - частота обертання ведучої зірочки, хв^{-1} ; D_3 - діаметр ведучої зірочки, м.

$$i = \frac{n_{дв}}{n_3} = \frac{1500}{3,82} = 393 \quad (3.14)$$

де i - загальне передавальне число привода; $n_{дв}$ - частота обертання електродвигуна, хв^{-1} ; n_3 - частота обертання ведучої зірочки, хв^{-1} . Таке передавальне число доцільно забезпечувати редуктором або комбінацією редуктора з ланцюговою передачею [14].

Крутний момент на ведучій зірочці становить:

$$T_3 = \frac{F_\Sigma \cdot D_3}{2 \cdot \eta_3} = \frac{10,11 \cdot 0,25}{2 \cdot 0,95} = 1,33 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (3.15)$$

де T_z - крутний момент на ведучій зірочці, $\text{кН}\cdot\text{м}$; η_z - ККД зачеплення тягового ланцюга із зірочкою.

3.4.2 Конструкційні параметри

Конструкційний розрахунок виконуємо для перевірки геометричних параметрів скрепера, гумової крайки, плаваючого кріплення крил, пружного елемента, несучої балки та тягового ланцюга. Основною умовою є збереження ширини захвату 1,8 м і можливість роботи в існуючому гнійовому каналі без зміни його будівельних розмірів.

Розрахункова площа поперечного перерізу шару, який може переміщувати скрепер, становить:

$$A_{\text{ск}} = B \cdot h \cdot \varphi = 1,8 \cdot 0,27 \cdot 0,75 = 0,365 \text{ м}^2 \quad (3.16)$$

де $A_{\text{ск}}$ - ефективна площа захвату скрепера, м^2 ; B - ширина захвату скрепера, м; h - висота скребка, м; φ - коефіцієнт заповнення робочого об'єму. Отримана площа має значний запас відносно середнього шару, розрахованого за формулою (3.4), тому обмежувальним фактором є не геометрична місткість, а тяговий опір і якість прилягання робочої крайки.

Для забезпечення якісного очищення дна каналу приймаємо питоме притискне зусилля гумової крайки $q_n = 220 \text{ Н/м}$. Загальне нормальне зусилля притискання становить:

$$F_n = q_n \cdot B = 220 \cdot 1,8 = 396 \text{ Н} \quad (3.17)$$

де F_n - сумарне нормальне зусилля притискання гумової крайки, Н; q_n - питоме притискне зусилля, Н/м ; B - ширина захвату скрепера, м.

Контактний тиск на гумовій крайці визначаємо за шириною її робочого контакту $b_k = 0,03 \text{ м}$:

$$p = \frac{F_n}{B \cdot b_k} = \frac{396}{1,8 \cdot 0,03} = 7,33 \text{ кПа} = 0,0073 \text{ МПа} \quad (3.18)$$

де p - контактний тиск гумової крайки, МПа; b_k - ширина робочого контакту гумової крайки, м. Одержане значення є малим порівняно з допустимими тисками для технічної гуми, тому крайка не перевантажується і може працювати як пружний компенсатор.

Необхідний вертикальний хід плаваючого крила визначаємо як суму максимальної нерівності підлоги, очікуваного зношування гумової крайки і монтажного запасу:

$$\Delta = \Delta_{\text{п}} + \Delta_{\text{зн}} + \Delta_{\text{з}} = 20 + 15 + 10 = 45 \text{ мм} \quad (3.19)$$

де Δ - потрібний вертикальний хід крила, мм; $\Delta_{\text{п}}$ - максимальна нерівність підлоги, мм; $\Delta_{\text{зн}}$ - припустиме зношування гумової крайки, мм; $\Delta_{\text{з}}$ - конструкційний запас, мм. Приймаємо хід плаваючого кріплення 50 мм.

Зусилля пружного елемента на одне крило визначаємо з умови створення половини сумарного нормального зусилля з урахуванням співвідношення плечей важеля:

$$F_{\text{пр}} = \frac{F_{\text{н}}}{2} \cdot \frac{l_2}{l_1} = \frac{396}{2} \cdot \frac{0,18}{0,12} = 297 \text{ Н} \quad (3.20)$$

де $F_{\text{пр}}$ - потрібне зусилля пружного елемента одного крила, Н; l_1 - плече дії пружини, м; l_2 - плече дії сили притискання, м. За розрахунком приймаємо пружний елемент із робочим зусиллям близько 300 Н.

Перевірку несучої балки виконуємо за умовою згину від несиметричного навантаження, коли більша частина опору припадає на одне бокове крило. Для розрахунку приймаємо частку навантаження 0,35 від повного тягового зусилля:

$$F_k = 0,35 \cdot F_{\Sigma} = 0,35 \cdot 10,11 = 3,54 \text{ кН} \quad (3.21)$$

де F_k - розрахункове навантаження на крило і балку, кН; F_{Σ} - повне тягове зусилля, кН.

$$M_{\text{max}} = \frac{F_k \cdot B}{4} = \frac{3,54 \cdot 1,8}{4} = 1,59 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (3.22)$$

де M_{max} - максимальний згинальний момент у балці, кН·м; B - ширина захвату скрепера, м.

Для балки приймаємо прямокутну трубу 100×60×5 мм. Момент опору такого перерізу відносно сильної осі визначаємо за формулою:

$$W = \frac{b \cdot h^3 - (b - 2t) \cdot (h - 2t)^3}{6 \cdot h} = 3,93 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \quad (3.23)$$

де W - момент опору перерізу, м^3 ; b - ширина профілю, м ; h - висота профілю, м ; t - товщина стінки профілю, м .

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{1,59 \cdot 10^3}{3,93 \cdot 10^{-5}} = 40,6 \text{ МПа} \quad (3.24)$$

де σ - розрахункове напруження згину, МПа ; $M_{\max}$ - максимальний згинальний момент, $\text{Н}\cdot\text{м}$; W - момент опору перерізу, м^3 . Для сталеві балки це напруження не перевищує допустиме, тому прийнятий профіль має достатній запас міцності.

Запас міцності тягового ланцюга перевіряємо за розривним зусиллям. Для ланцюга з розривним зусиллям $F_{\text{розр}} = 50 \text{ кН}$ та динамічним коефіцієнтом $K_d = 1,3$ маємо:

$$S_{\text{л}} = \frac{F_{\text{розр}}}{K_d \cdot F_{\Sigma}} = \frac{50}{1,3 \cdot 10,11} = 3,8 \quad (3.25)$$

де $S_{\text{л}}$ - запас міцності тягового ланцюга; $F_{\text{розр}}$ - розривне зусилля ланцюга, кН ; K_d - динамічний коефіцієнт; F_{Σ} - розрахункове тягове зусилля, кН . Одержаний запас міцності більший за мінімально прийнятний для таких механізмів, тому тяговий орган може працювати без перевантаження за умови справного натягу і регулярного технічного обслуговування [15].

Таблиця 3.3 - Основні результати розрахунку удосконаленої скреперної установки

Показник	Одиниця	Розрахункове значення	Прийняте рішення
Маса гною за цикл одного комплекту	т/цикл	1,23	відповідає 13 вмиканням за добу

Показник	Одиниця	Розрахункове значення	Прийняте рішення
Повне тягове зусилля	кН	10,11	прийнято для перевірки привода і ланцюга
Потрібна потужність електродвигуна	кВт	1,01	прийняти двигун 1,5 кВт або використати наявний 2,2 кВт
Крутний момент на ведучій зірочці	кН·м	1,33	врахувати при виборі редуктора
Вертикальний хід плаваючого крила	мм	45	прийняти 50 мм
Зусилля пружного елемента одного крила	Н	297	прийняти 300 Н
Напруження у несучій балці	МПа	40,6	профіль 100×60×5 мм достатній
Запас міцності тягового ланцюга	-	3,8	умова міцності виконується

Отримані результати підтверджують можливість модернізації скрепера без збільшення потужності привода. Найбільш суттєвий ефект очікується від плаваючого кріплення крил і гумової крайки, оскільки ці елементи безпосередньо впливають на якість очищення дна каналу. Датчик стану ланцюга не змінює технологічної продуктивності, однак підвищує безпечність експлуатації та запобігає пуску установки при небезпечному ослабленні тягового органу.

3.5 Висновки

У розділі обґрунтовано необхідність удосконалення скреперної установки ТСТ-250, яка застосовується у технологічній лінії видалення гною з корівників. Основними недоліками базової конструкції визначено недостатнє копіювання нерівностей дна каналу, залишковий шар гною після проходу скрепера, підвищені ударні навантаження на робочі органи та необхідність контролю стану тягового ланцюга.

Запропоновано виконати бокові крила скрепера плаваючими у вертикальній площині, встановити багатошарову гумову крайку на нижній частині робочих органів, передбачити відкидні лопаті для очищення бічних стінок каналу та доповнити привод датчиком контролю стану ланцюга. Таке удосконалення дає змогу підвищити якість очищення проходів, зменшити ручну доробку і знизити ризик аварійної роботи установки.

Розрахунками встановлено, що на один скреперний комплект припадає 15,95 т гною на добу, а за 13 вмикань установки маса гною за один цикл становить близько 1,23 т. Повне розрахункове тягове зусилля дорівнює 10,11 кН, потрібна потужність електродвигуна з урахуванням запасу - близько 1,01 кВт, тому для привода достатньо двигуна 1,5 кВт, а наявний двигун 2,2 кВт має резерв.

Для плаваючих крил прийнято вертикальний хід 50 мм, зусилля пружного елемента одного крила - 300 Н, ширину робочого контакту гумової крайки - 30 мм. Перевірка несучої балки із профілю 100×60×5 мм показала напруження 40,6 МПа, що є допустимим для сталевих конструкцій. Запас міцності тягового ланцюга становить 3,8, тобто умова міцності виконується. Отримані параметри можуть бути використані для подальшого конструювання робочого органу та економічної оцінки впровадження.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги охорони праці при видаленні гною

Видалення гною на фермах великої рогатої худоби належить до робіт із підвищеним впливом механічних, електричних, біологічних і санітарно-гігієнічних небезпечних факторів. Джерелами небезпеки є рухомі елементи скреперної установки, приводна і натяжна станції, тяговий ланцюг, гнойові канали, поперечні колектори, приймальні приямки, транспортні агрегати та гноєсховище. Тому організація робіт повинна передбачати справність обладнання, обмеження доступу до небезпечних зон, застосування засобів індивідуального захисту, справну вентиляцію та підтримання належного санітарного стану приміщень [18, 20].

Загальні правові засади безпечної праці визначаються Законом України «Про охорону праці». Роботодавець повинен створити безпечні умови праці, забезпечити працівників засобами захисту, організувати навчання, інструктажі та перевірку знань. До обслуговування лінії видалення гною допускають лише працівників, які пройшли медичний огляд, вступний і первинний інструктажі, знають будову скреперної установки, порядок її пуску, зупинки та дії у разі аварійної ситуації [18, 19].

Найбільшу механічну небезпеку під час роботи скрепера створюють місця набігання ланцюга на зірочки, зона натяжного пристрою, муфти, редуктор, відкриті частини привода, скребки та бокові крила. Потрапляння одягу або інструменту в рухомі елементи може спричинити травмування. Тому всі обертові й поступально рухомі частини необхідно огорожувати кожухами або щитками, а ремонтні, регулювальні та очисні роботи виконувати лише після повної зупинки установки, відключення електроживлення і вжиття заходів проти випадкового повторного пуску. Під час оцінювання безпечності конструкції доцільно враховувати принципи ДСТУ EN ISO 12100 та вимоги щодо безпечних відстаней за ДСТУ EN ISO 13857 [21, 22].

Гнойові канали і приймальні прямки повинні мати кришки, решітки або огороження. У місцях переходу людей через канали встановлюють містки з неслизьким покриттям і поручнями. Забороняється переступати через рухомий ланцюг, заходити у канал під час роботи установки, перебувати попереду скрепера або очищати канал вручну при ввімкненому приводі. Підлогу у проходах слід підтримувати чистою, рівною і неслизькою, а проходи до приводної станції, шафи керування та аварійних вимикачів мають бути вільними.

Під час розкладання гною можуть утворюватися аміак, сірководень, вуглекислий газ і метан. Їх накопичення особливо небезпечне у прямках, заглиблених колекторах і слабко вентильованих приміщеннях. Тому корівник повинен мати справну вентиляцію, а роботи у прямках або біля закритих гнойових каналів виконують лише після провітрювання і за наявності страхування. Не допускається самостійний спуск працівника у прямок без контролю повітряного середовища і нагляду іншої особи [20].

Електрообладнання скреперної установки повинно мати захисне заземлення, справні кабелі, захист від короткого замикання, перевантаження та випадкового повторного пуску. Кнопки керування, аварійне вимкнення і сигнальні пристрої розміщують у доступних місцях. Удосконалення скрепера, що передбачає датчик контролю стану ланцюга, підвищує безпечність роботи: при ослабленні або обриві тягового органа датчик блокує пуск і подає світловий та звуковий сигнал несправності [23].

Працівники повинні користуватися спецодягом, гумовими чоботами, рукавицями, а за потреби - захисними окулярами і засобами захисту органів дихання. Після закінчення роботи необхідно очистити інструмент, вимити руки, провести санітарну обробку взуття та спецодягу. Під час роботи з гноєм забороняється приймати їжу, пити воду і палити у виробничій зоні. Своєчасне технічне обслуговування, перевірка натягу ланцюга, стану скребків, крил, гумових крайок, зірочок і огорожень є обов'язковою умовою безпечної експлуатації установки.

4.2 Інструкція з охорони праці для оператора удосконаленого скрепера

Інструкція призначена для оператора, який обслуговує удосконалений скрепер установки ТСГ-250 у складі технологічної лінії видалення гною з корівника. Вона визначає вимоги безпеки перед початком роботи, під час експлуатації, в аварійних ситуаціях і після завершення роботи. Її зміст сформовано з урахуванням вимог до побудови інструкцій з охорони праці, що діють у межах підприємства [24].

До самостійної роботи допускаються особи, які пройшли навчання, інструктаж з охорони праці, перевірку знань та ознайомлені з будовою установки. Оператор повинен знати призначення приводної і натяжної станцій, схему руху ланцюга, роботу плаваючих крил, гумових крайок, бокових відкидних лопатей, датчика контролю стану ланцюга та аварійної сигналізації. Виконувати дозволяється тільки роботу, доручену керівником.

Перед початком роботи оператор одягає спецодяг, гумові чоботи і рукавиці, перевіряє освітлення, вентиляцію, стан проходів, огорожень, кришок каналів і попереджувальних знаків. Потрібно переконатися, що біля приводної та натяжної станцій немає сторонніх предметів, а доступ до шафи керування і аварійного вимикача вільний. Далі оглядають редуктор, електродвигун, ланцюг, зірочки, скрепери, шарнірні крила, гумові накладки і бокові лопаті. Якщо виявлено тріщини, перекіс, обрив або сильне зношування ланцюга, ослаблення кріплень чи пошкодження електрообладнання, установку запускати заборонено.

Перед пуском необхідно переконатися, що в гнойових каналах, поперечному колекторі, біля привода і натяжного пристрою немає людей, тварин, інструменту або сторонніх предметів. Пуск виконують тільки з установленого місця керування. В автоматичному режимі оператор перевіряє відповідність програми пусків технологічному режиму та справність сигналізації. Забороняється вимикати, шунтувати або блокувати захисні пристрої, кінцеві вимикачі та датчик контролю ланцюга.

Під час роботи оператор спостерігає за рівномірністю руху скрепера, відсутністю ривків, ударів, перекосу, пробуксовування ланцюга, стороннього шуму і перегрівання привода. Забороняється торкатися рухомих частин, ставати на ланцюг або скрепер, переходити через працюючу установку, очищати канал вручну, підтягувати кріплення чи регулювати натяг ланцюга без повної зупинки. Усі дії поблизу рухомих елементів дозволяється виконувати тільки після відключення електроживлення.

Особливістю удосконаленого скрепера є наявність плаваючих крил, багатопрофільних гумових крайок і відкидних бокових лопатей. Ці елементи можуть змінювати положення при проходженні нерівностей і під час зворотного ходу. Тому оператору забороняється перебувати попереду скрепера або збоку від крил у зоні можливого різкого відхилення лопатей. Регулювання положення крил, заміну гумових накладок, очищення шарнірів і перевірку пружних елементів виконують тільки при відключеній установці.

У разі появи незвичного шуму, запаху перегрівання електрообладнання, ривкового руху, зупинки ланцюга, заклинювання скрепера або спрацювання датчика ослаблення ланцюга оператор негайно вимикає установку кнопкою «Стоп» або аварійним вимикачем. Повторний пуск дозволяється тільки після встановлення причини несправності та її усунення. Видалення сторонніх предметів із каналу виконують спеціальним інструментом після повної зупинки і без перебування працівника у небезпечній зоні.

У разі падіння людини в гнойовий канал або приямок необхідно негайно зупинити обладнання, викликати допомогу, забезпечити провітрювання зони та організувати рятування без ризику для інших працівників. При підозрі на отруєння газами потерпілого виводять на свіже повітря, викликають медичну допомогу і за потреби надають домедичну допомогу. Самостійний спуск у приямок без страхування, засобів захисту і нагляду іншої особи заборонений.

Після закінчення роботи оператор вимикає установку, переводить органи керування у безпечне положення, оглядає робочі органи і переконується у відсутності пошкоджень. Зони біля приводної і натяжної станцій очищають від гною,

бруду та сторонніх предметів. Виявлені несправності записують у журнал технічного обслуговування або повідомляють відповідальній особі. Спецодяг, взуття та інструмент очищають і залишають у відведеному місці.

4.3 Висновки

У розділі розглянуто основні вимоги охорони праці при видаленні гною на фермі ВРХ. Найбільш небезпечними факторами є рухомі елементи скреперної установки, електропривід, гнойові канали та приямки, слизькі поверхні, біологічне забруднення і можливе накопичення шкідливих газів. Запропоноване удосконалення скрепера підвищує якість очищення каналу, але вимагає справних огорожень, електрозахисту, датчика контролю ланцюга, заборони ручного очищення під час роботи і регулярного технічного обслуговування.

Розроблена інструкція для оператора удосконаленого скрепера визначає порядок безпечної роботи перед пуском, під час експлуатації, в аварійних ситуаціях і після завершення зміни. Дотримання цих вимог дає змогу знизити ризик травмування працівників, аварійного пошкодження обладнання та погіршення санітарного стану виробничого приміщення.

5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ

5.1 Вихідні дані

Економічну оцінку виконано для порівняння базової скреперної установки ТСГ-250 та удосконаленого варіанта, в якому передбачено рухомі крила з вертикальним самовстановленням, багатошарові гумові робочі крайки, бокові відкидні лопаті для очищення стінок каналу та датчик контролю стану тягового ланцюга. Оцінювання виконувалося за порівняльним принципом: зіставлено капітальні вкладення, річні експлуатаційні витрати, економію витрат і строк окупності додаткових вкладень. Такий підхід відповідає загальним положенням економічного оцінювання сільськогосподарської техніки [25, 26].

Розрахунок прийнято для ферми на 500 корів з безприв'язним боксовим утриманням. Умови роботи лінії видалення гною відповідають технологічній схемі, у якій гній із корівників переміщується скреперною установкою до поперечного гноєзбирального конвеєра, після чого транспортується до гноєсховища. Вартісні показники прийнято як розрахункові для дипломного проєкту; у виробничих умовах вони уточнюються за фактичною ціною обладнання, тарифами на електроенергію, рівнем оплати праці та умовами сервісного обслуговування.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані для економічної оцінки

Показник	Базовий варіант	Удосконалений варіант	Примітка
Об'єкт оцінювання	Скреперна установка ТСГ-250	ТСГ-250 з удосконаленим скрепером	Порівняння за однакових умов роботи
Поголів'я, гол.	500	500	Безприв'язне боксове утримання
Кількість пусків установки, разів/добу	13	13	Автоматичний режим роботи

Показник	Базовий варіант	Удосконалений варіант	Примітка
Балансова вартість обладнання, грн	280 000	354 000	З урахуванням вузлів удосконалення
Додаткові капітальні вкладення, грн	-	74 000	Крила, гумові накладки, лопаті, датчик, монтаж
Річний фонд роботи, діб	365	365	Робота протягом року
Середня зайнятість оператора, год/добу	1,60	1,10	Зменшується за рахунок автоматизації і кращого очищення
Річна витрата електроенергії, кВт·год	4 270	3 358	Враховано фактичний час роботи установки

Прийняті вихідні дані відображають типові умови експлуатації лінії видалення гною на фермі ВРХ. Головна відмінність удосконаленого варіанта полягає не у зміні загальної технологічної схеми, а у підвищенні якості очищення каналу, зменшенні ручного доочищення, зниженні аварійності та кращому контролі роботи тягового органу.

5.2 Результати економічної оцінки

Економічний результат визначено через зміну річних експлуатаційних витрат. Для базової установки основними статтями витрат є оплата праці оператора, електроенергія, технічне обслуговування, ремонт, амортизація, запасні ча-

стини та витрати, пов'язані з аварійними зупинками і додатковим ручним доочищенням гнойових каналів. В удосконаленому варіанті зростає амортизаційна складова через більшу балансову вартість обладнання, однак це компенсується зниженням витрат на працю, енергію, ремонт і простої [27].

Таблиця 5.2 - Порівняння річних експлуатаційних витрат

Стаття витрат	Базовий варіант, грн/рік	Удосконалений варіант, грн/рік	Зміна, грн/рік
Оплата праці з нарахуваннями	64 123	44 085	20 038
Електроенергія	25 623	20 148	5 475
Технічне обслуговування і ремонт	24 000	19 500	4 500
Амортизаційні відрахування	28 000	35 400	-7 400
Запасні частини та витратні матеріали	18 000	15 000	3 000
Додаткове доочищення і простої	34 000	14 000	20 000
Усього експлуатаційних витрат	193 746	148 133	45 614

За результатами порівняння річні експлуатаційні витрати базової установки становлять 193,7 тис. грн, а удосконаленого варіанта - 148,1 тис. грн. Основне скорочення витрат отримано за рахунок зменшення ручного доочищення каналів, зниження кількості аварійних зупинок, стабільнішої роботи тягового органу та кращого прилягання робочої крайки скрепера до дна каналу. Незначне збільшення амортизаційних відрахувань є очікуваним, оскільки модернізований варіант має більшу початкову вартість.

Удосконалення також має непрямий виробничий ефект. Повніше видалення гною знижує забруднення проходів, поліпшує санітарний стан приміщення, зменшує ковзання тварин і працівників, спрощує подальше транспортування гною та покращує умови технічного обслуговування обладнання. Ці ефекти у таблиці враховано лише частково, тому фактична результативність може бути вищою за наведений розрахунковий рівень.

Таблиця 5.3 - Основні результати економічної оцінки

Показник	Значення
Річні витрати базового варіанта, тис. грн	193,7
Річні витрати удосконаленого варіанта, тис. грн	148,1
Річна економія витрат, тис. грн	45,6
Додаткові капітальні вкладення, тис. грн	74,0
Строк окупності, року	1,62
Витрати на одну корову за рік, грн	387 / 296
Скорочення зайнятості оператора, год/рік	182

Отримані результати свідчать, що модернізація скреперної установки є економічно доцільною. Річна економія становить 45,6 тис. грн, а строк окупності додаткових капітальних вкладень - 1,62 року. Найбільш відчутний ефект забезпечується за рахунок підвищення надійності роботи установки, зменшення простоїв та скорочення витрат праці на контроль і ручне доочищення гнойових каналів.

5.3 Висновки

У розділі виконано коротку економічну оцінку впровадження удосконаленого скрепера для лінії видалення гною на фермі ВРХ. Порівняння проведено

за двома варіантами: базова установка ТСТ-250 та модернізована установка з рухомими крилами, гумовими робочими крайками, боковими лопатями і датчиком контролю стану ланцюга.

Встановлено, що впровадження удосконалення потребує додаткових капітальних вкладень у сумі 74,0 тис. грн, проте дає змогу зменшити річні експлуатаційні витрати з 193,7 до 148,1 тис. грн. Розрахункова річна економія становить 45,6 тис. грн, а строк окупності - 1,62 року.

Економічна перевага удосконаленого варіанта пояснюється зменшенням трудомісткості обслуговування, нижчими витратами на усунення відмов та якіснішим очищенням гнойового каналу. З урахуванням санітарного й експлуатаційного ефектів удосконалення доцільне для впровадження на фермах ВРХ.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У дипломному проєкті розглянуто питання удосконалення технологічної лінії видалення гною на фермі великої рогатої худоби. На основі аналізу існуючих технологій встановлено, що для корівників із безприв'язним боксовим утриманням найбільш доцільним є застосування скреперних установок, які забезпечують регулярне очищення гнойових каналів, зменшують затрати ручної праці та покращують санітарний стан приміщення.

У результаті аналізу технічних засобів видалення гною визначено, що серійні скреперні установки мають достатню продуктивність, однак їх робота ускладнюється зношуванням робочих крайок, неповним очищенням дна і стінок каналу, можливим перекосом робочого органа та підвищеним навантаженням на тяговий ланцюг і привід.

Розроблена технологічна схема лінії передбачає видалення гною зі скотарських приміщень скреперною установкою ТСГ-250, подачу його до поперечного гнойозбірного конвеєра, транспортування на карантинний майданчик і подальше переміщення до гноєсховища. Проведені розрахунки підтвердили відповідність вибраного обладнання умовам ферми на 500 корів.

Запропоноване удосконалення скрепера полягає у застосуванні рухомих крил із можливістю вертикального “плавання”, багат шарових гумових накладок на робочій крайці, бокових відкидних лопатей для очищення стінок каналу та датчика контролю стану ланцюга. Таке рішення підвищує якість очищення каналу, зменшує залишки гною на поверхні та підвищує надійність роботи установки.

У розділі охорони праці визначено основні небезпечні фактори під час експлуатації скреперної установки та наведено вимоги безпечної роботи оператора. Особливу увагу приділено захисту рухомих частин, контролю технічного стану тягового органа, електробезпеці, запобіганню падінню у гнойові канали та додержанню санітарно-гігієнічних вимог.

Економічна оцінка показала доцільність впровадження удосконалення. Порівняно з базовим варіантом зменшуються витрати на ручне доочищення, технічне обслуговування та простой обладнання, а додаткові капітальні вкладення окупаються протягом прийнятного терміну. Отже, запропоноване удосконалення скреперної установки є технічно обґрунтованим, безпечним в експлуатації та економічно доцільним для використання на фермах ВРХ.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ВНТП-АПК-01.05. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)// Міністерство аграрної політики України (Мінагрополітики України) // Київ – 2005.
2. Машини для заготівлі та приготування кормів// За редакцією В.І. Кравчука, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -136 с.
3. Машини 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. Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств / І.І.Ревенко, В.Д.Роговий, В.І.Кравчук та ін.; За ред. І.І. Ревенка. // К.: Урожай, 1999. – 190 с. 10. Ревенко І.І. Машиновикористання у тваринництві/ І.І. Ревенко// К.: Урожай, 1999. – 208 с.
8. Ревенко І.І. Машиновикористання у тваринництві/ І.І. Ревенко// К.: Урожай, 1999. – 208 с.
9. Машини для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
10. Міністерство аграрної політики України. (2005). ВНТП-АПК-01.05. Ско-тарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). Київ: УкрНДІагро-проект.

11. Установка скреперная ТСГ-250. Технічна характеристика та опис конструкції. URL: <https://tsngrup.ua/produkciya/skrepernye-ustanovki/ustanovka-navozouborochnaya-uns-1-250m/>
12. Транспортёр скребковый гноэзбиральный ТСН-3,0Б. Технічні характеристики. URL: <https://petrov.ua/catalog/cleaning/conveyors/tsn-3b.html>
13. Конвейер поперечный КНП-10. Опис і сфера застосування. URL: <https://studfile.net/preview/5049967/page:8/>
14. Merlo Turbofarmer P 34.7 Top. Технічні характеристики. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/navantazuvaci/teleskopichni-navantazuvaci-merlo/turbofarmer-p-34-7-top-1030723>
15. Причіп тракторний самоскидний 2ПТС-5. Технічні характеристики. URL: <https://hydromarket.com.ua/p987439034-pritsep-traktornyj-samosvalnyj.html>
16. Ревенко, І. І., Роговий, А. І., & Брагінець, М. В. (1999). Машины та обладнання для тваринництва. Київ: Урожай.
17. Бойко, І. Г., Кравчук, В. І., & Гайдамака, В. Ф. (2006). Машины і обладнання для тваринництва. Харків: ХНТУСГ.
18. ДСТУ ISO 606:2018. Ланцюги приводні коротколанкові роликові прецизійні та зірочки до них. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
19. ДСТУ EN ISO 12100:2016. Безпечність машин. Загальні принципи проєктування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
20. ДСТУ EN 60204-1:2015. Безпечність машин. Електрообладнання машин. Частина 1. Загальні вимоги. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
21. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12> (дата звернення: 08.05.2026).
22. Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05) та Переліку робіт з підвищеною небезпекою : Наказ Держнаглядохоронпраці України

від 26.01.2005 № 15 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0231-05> (дата звернення: 08.05.2026).

23. Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві : Наказ Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1090-18> (дата звернення: 08.05.2026).

24. ДСТУ EN ISO 12100:2016. Безпечність машин. Загальні принципи проєктування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків (EN ISO 12100:2010, IDT; ISO 12100:2010, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018.

25. ДСТУ EN ISO 13857:2016. Безпечність машин. Безпечні відстані для запобігання досягненню небезпечних зон верхніми та нижніми кінцівками (EN ISO 13857:2008, IDT; ISO 13857:2008, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ».

26. ДСТУ EN 60204-1:2019. Безпечність машин. Електричне устаткування машин. Частина 1. Загальні вимоги (EN 60204-1:2018, IDT; IEC 60204-1:2016, MOD). Київ : ДП «УкрНДНЦ».

27. Про затвердження Положення про розробку інструкцій з охорони праці (ДНАОП 0.00-4.15-98) : Наказ Мінпраці України від 29.01.1998 № 9 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0226-98> (дата звернення: 08.05.2026).

ДОДАТКИ

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

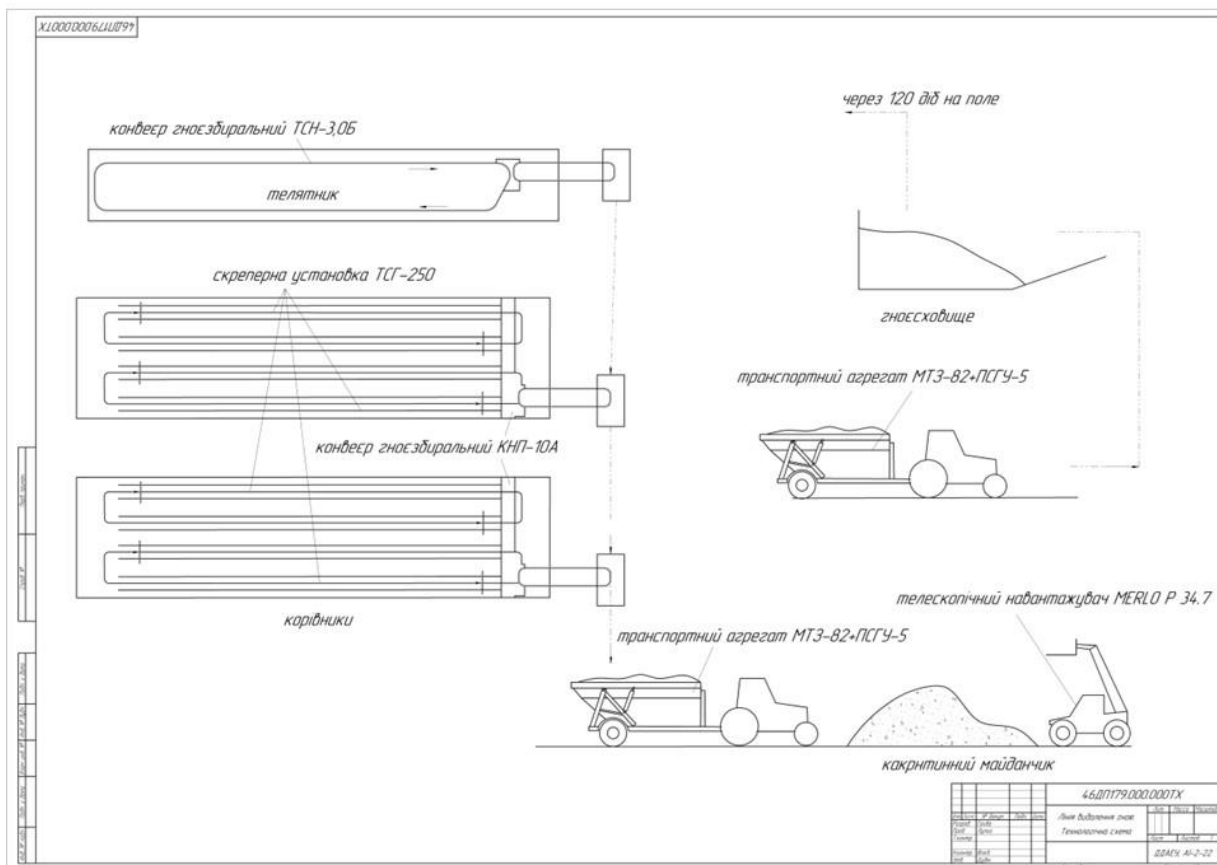
Удосконалення процесу видалення гною з корівника з розробкою скреперної установки

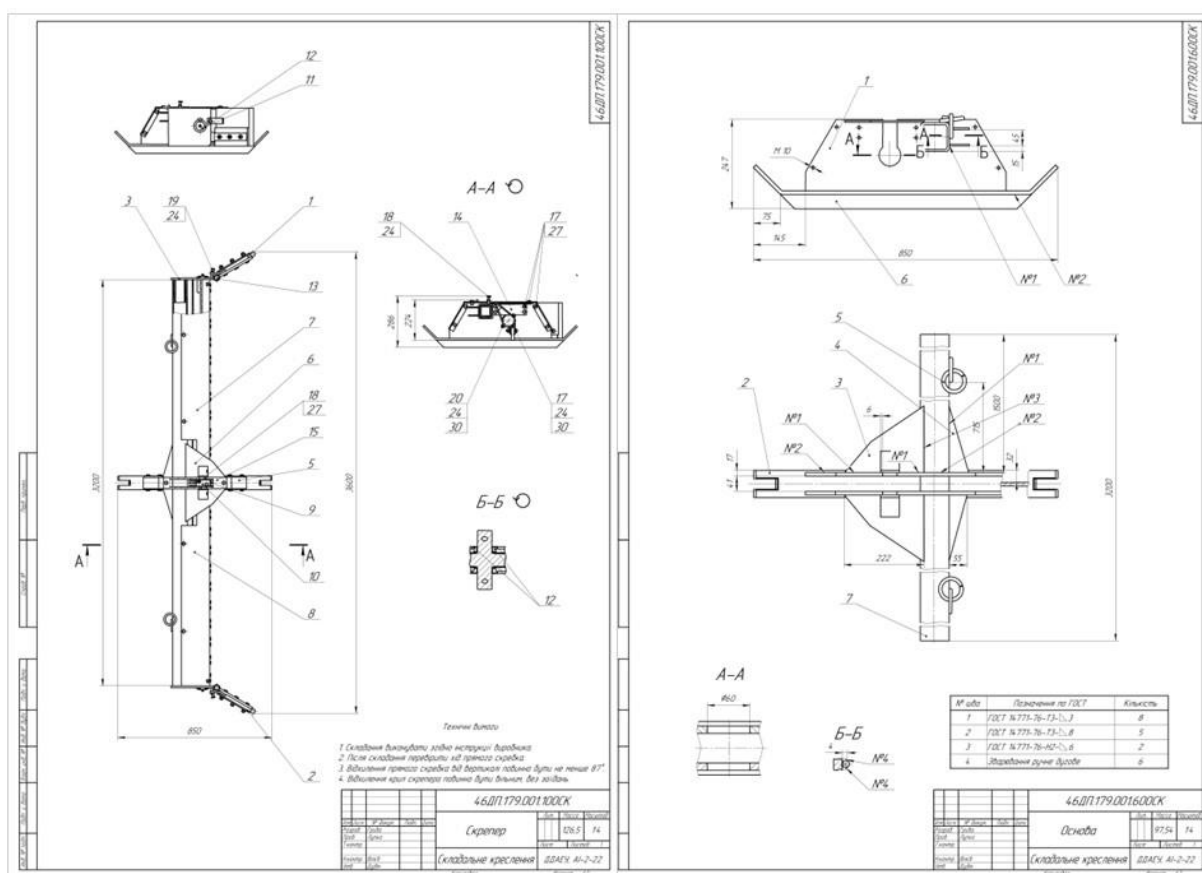
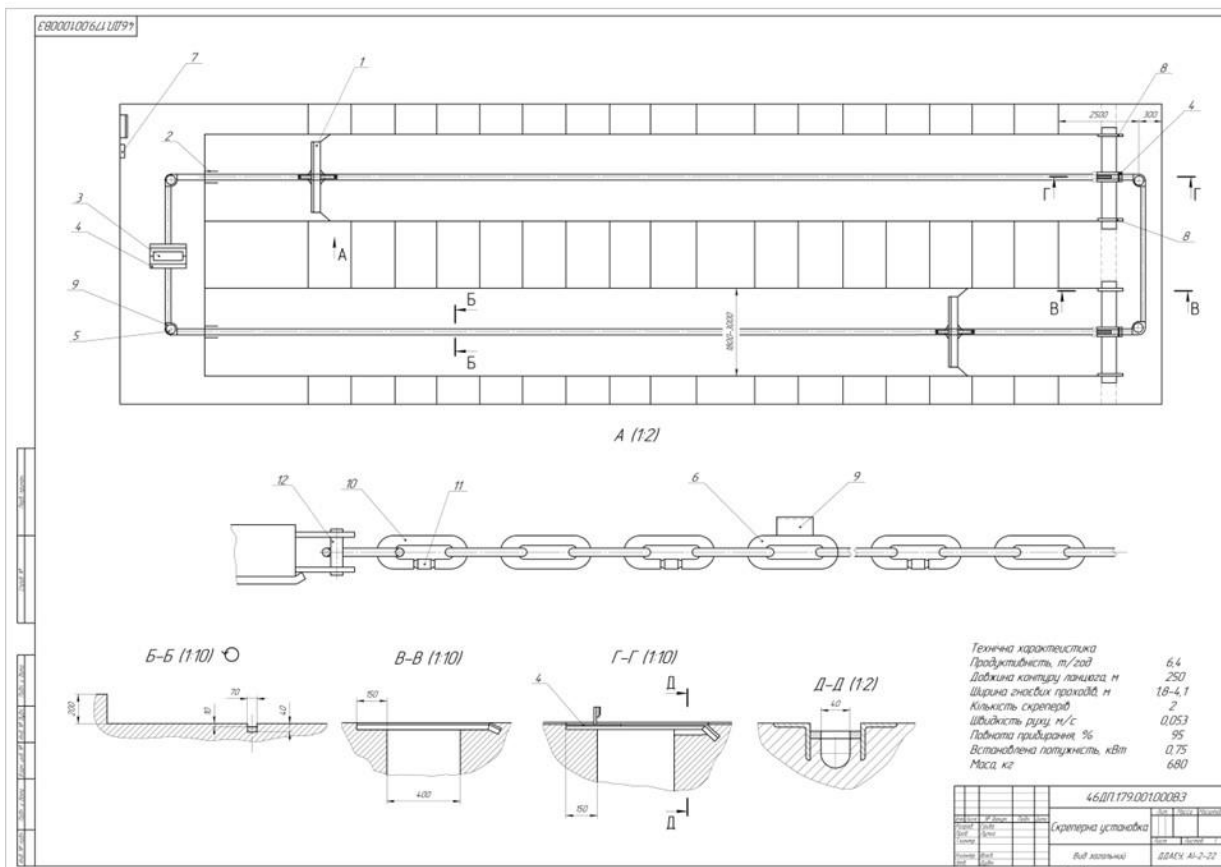
демонстраційний матеріал до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

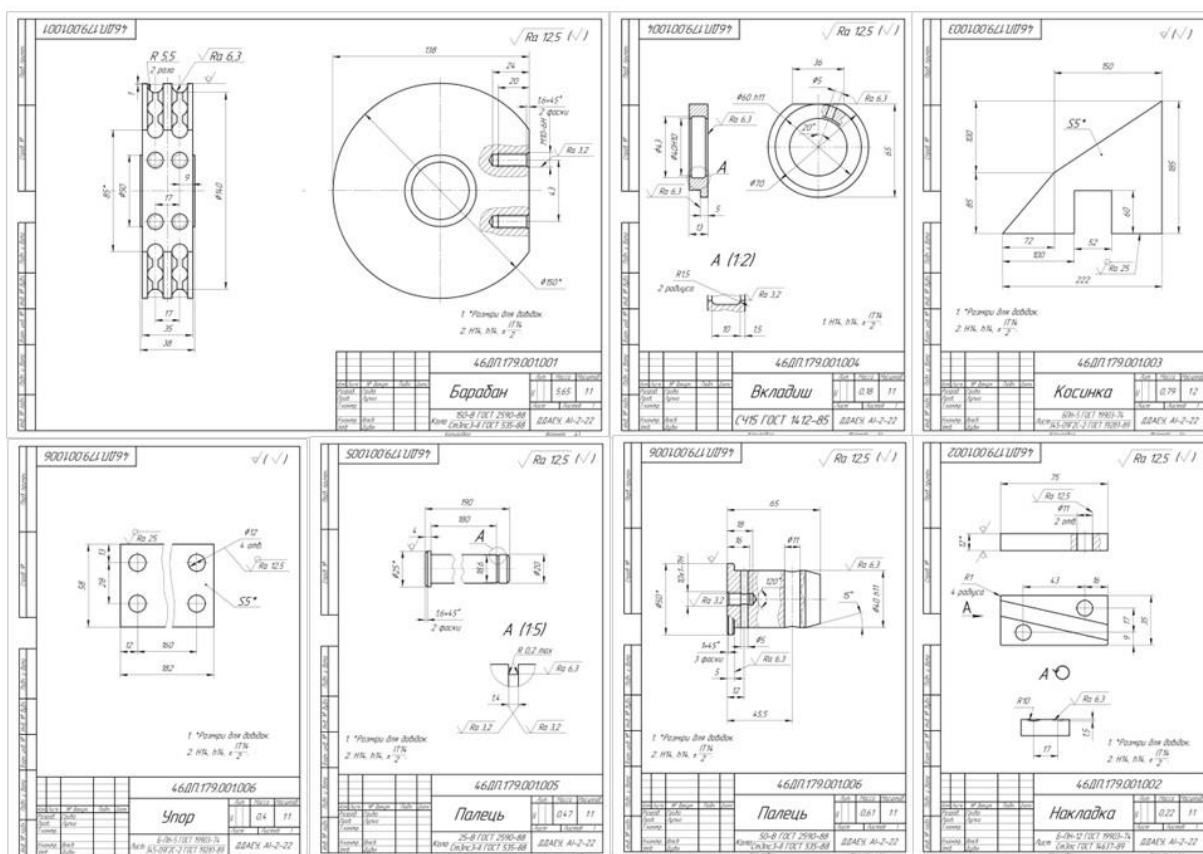
Виконав: студент 4 курсу, групи AI-2-22
Грива Денис Олегович

Керівник: докторка філософії, старший викладач
Лупко Кристина Олегівна

Дніпро-2026







Карта контролю показників безпеки при експлуатації удосконаленого скрепера						
№	Показник безпеки	Контрольна вимога (норма)	Спосіб контролю	Періодичність контролю	Відповідальний	Дії при відхиленні
1	Стан огорожень приводної та натяжної станцій	Огородження встановлені, надійно закріплені, не мають пошкоджень	Візуальний огляд	Перед початком зміни	Оператор, механік	Роботу не розпочинати до відновлення огорожень
2	Справність аварійного вимкнення	Кнопка аварійної зупинки працює справно	Пробне ввімкнення/вимкнення	Перед початком зміни	Оператор	Установку не експлуатувати до усунення несправності
3	Стан електропроводки та шафи керування	Відсутні пошкодження ізоляції, оголені контакти, сліди перегріву	Візуальний огляд	Щозміни	Електрик, оператор	Відключити живлення, викликати електрика
4	Наявність та справність заземлення	Заземлення підключене, контакти не послаблені	Огляд, перевірка за графіком	Щомісяця	Електрик	Заборонити експлуатацію до відновлення заземлення
5	Стан тягового ланцюга	Відсутні тріщини, надмірне видовження, перекоси, обриви ланок	Огляд, перевірка натягу	Щозміни, додатково при ТО	Оператор, механік	Зупинити установку, відрегулювати або замінити ланцюг
6	Справність датчика контролю стану ланцюга	Датчик подає сигнал і блокує пуск при ослабленні або обриві	Контрольне спрацювання	Перед початком роботи, періодично при ТО	Оператор, електрик	Роботу заборонити до усунення дефекту
7	Стан скрепера та шарнірних крил	Відсутні деформації, перекоси, заклинювання, тріщини	Візуальний огляд	Щозміни	Оператор, механік	Зупинити установку, провести ремонт або заміну елементів
8	Стан гумових накладок робочої крайки	Накладки цілі, не відірвані, знос у допустимих межах	Візуальний огляд	Щозміни	Оператор	Замінити зношені або пошкоджені накладки
9	Стан відвідних лопатей для очищення стінок	Лопаті вільно рухаються, не деформовані, кріплення надійні	Візуальний огляд	Щозміни	Оператор, механік	Усунути заїдання або замінити елементи
10	Рівень шуму під час роботи	Без сторонніх ударів, скреготу, різких шумів	Слуховий контроль	Під час роботи	Оператор	Негайно зупинити та виявити причину
11	Плавність руху скрепера	Робота без ривків, пробуксовування, заклинювання	Візуальне спостереження	Під час роботи	Оператор	Зупинити установку, провести огляд каналу і приводу
12	Чистота проходів біля установки	Підлога неслизька, без сторонніх предметів і нашарувань гною	Візуальний огляд	До початку зміни та після роботи	Оператор	Очистити проходи, прибрати сторонні предмети

DATE	NAME
------	------

Стаття витрат	Базовий варіант, грн/рік	Удосконалений варіант, грн/рік	Зміна, грн/рік
Оплата праці з нарахуваннями	64 123	44 085	20 038
Електроенергія	25 623	20 148	5 475
Технічне обслуговування і ремонт	24 000	19 500	4 500
Амортизаційні відрахування	28 000	35 400	-7 400
Запасні частини та витратні матеріали	18 000	15 000	3 000
Додаткове доочищення і простой	34 000	14 000	20 000
Усього експлуатаційних витрат	193 746	148 133	45 614

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Показник	Значення
Річні витрати базового варіанта, тис. грн	193,7
Річні витрати удосконаленого варіанта, тис. грн	148,1
Річна економія витрат, тис. грн	45,6
Додаткові капітальні вкладення, тис. грн	74,0
Строк окупності, року	1,62
Витрати на одну корову за рік, грн	387 / 296
Скорочення зайнятості оператора, год/рік	182

[illegible]

[illegible]

Копировал

Формат А4

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документация		
	A2			46ДП.179.001.600СК			
					Детали		
			1	46ДП.179.001.601	Боковина	2	
			2	46ДП.179.001.602	Полоз	1	
			3	46ДП.179.001.603	Косинка	2	
			4	46ДП.179.001.604	Ребро	4	
			5	46ДП.179.001.605	Кільце	4	
			6	46ДП.179.001.606	Направляюча	1	
		7	46ДП.179.001.607	Труба	1		
Подп. и дата							
Инв. № дубл.							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Изм. / лист	46ДП.179.001.600СК						
	Разраб.	Гриба	Подп.	Дата			
Пров.	Основа						
	Лупко						
Н.контр.	Складальне креслення						
	Утв.	Дудін					
Лит.	Лит.						
	Лист	Листов					
Лит.	ДДАЕУ, АІ-2-22						
	1						