

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра інжинірингу технічних систем

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту  
освітнього ступеня «Бакалавр» на тему:

**Розробка технологічного процесу видалення гною на молочній  
фермі з розробкою розкидача підстилки**

**Виконав:** студент 3 курсу, групи АІСз-1-21

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Яцик Олексій Сергійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Дудін Володимир Юрійович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Леперда Володимир Юрійович

Дніпро 2024

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

Кафедра інжинірингу технічних систем  
Освітній ступінь: «Бакалавр»  
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
**ІТС**

(назва кафедри)

**ДОЦЕНТ**

(вчене звання)

**Дудін В.Ю.**

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«06» травня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

**Яцик Олексій Сергійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Розробка технологічного процесу видалення гною на молочній фермі з розробкою розкидача підстилки

керівник проєкту Дудін Володимир Юрійович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від  
«06» травня 2024 року № 985

2. Строк подання студентом проєкту 07.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для видалення гною на фермах ВРХ, зокрема розкидачів підстилки, аналіз літературних джерел, останніх досліджень та розробок з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд способів та засобів механізації процесу видалення підстилкового гною. 2. Проектування технологічного процесу видалення та обробки гною. 3. Удосконалення розкидача підстилки рвс-1500. 4. Охорона праці. 5. Економічна ефективність розробки. Загальні висновки. Бібліографічний список

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. Розкидач підстилки РВС-1500. 3. Барабан верхній. 4. Барабан. 5. Ніж. 6. Чистик. 7. Труба. 8. Пластина. 9. Економічні показники

## 6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання: 06.05.2024 р. \_\_\_\_\_.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2024 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2024 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2024 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2024 р.	
5	Економічний	до 22.05.2024 р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2024 р.	

Студент \_\_\_\_\_

( підпис )

Яцик О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_

( підпис )

Дудін В.Ю.

(прізвище та ініціали)



## АНОТАЦІЯ

Яцик О.С. Розробка технологічного процесу видалення гною на молочній фермі з розробкою розкидача підстилки/ Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

У дипломному проєкті представлено вступ, виконано детальний аналіз галузі тваринництва, а також зроблено висновки про необхідність розробки механізованої технологічної лінії для видалення та обробки гною. Враховуючи сучасні тенденції, проведено проектування технологічної лінії, яка забезпечить ефективне та екологічно безпечне управління гноєм. Розроблено вдосконалення машини для внесення підстилки, що сприятиме підвищенню продуктивності та зниженню трудомісткості процесу. Запропоновано заходи щодо покращення умов охорони праці та техніки безпеки при видаленні гною, з метою зменшення ризиків для працівників та забезпечення відповідності нормативним вимогам. Проведено техніко-економічне обґрунтування проєкту, яке підтверджує його доцільність та економічну вигоду. У підсумку зроблено висновки, складено список використаної літератури та оформлено додатки, що доповнюють основний зміст проєкту.

Ключові слова: ВРХ, гній, підстилка, компостування, подрібнення, чистик, ніж

## ЗМІСТ

Вступ	8
1 ОГЛЯД СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ ПІДСТИЛКОВОГО ГНОЮ	9
1.1 Загальні дані	9
1.2 Способи та засоби механізації процесу видалення гною	10
1.3 Висновки	12
2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ ТА ОБРОБКИ ГНОЮ	13
2.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги до процесу	13
2.2 Постановка завдання на проектування	14
2.3 Вибір технології та варіантів механізації лінії	15
2.4 Визначення продуктивності лінії	20
2.4.1 Розрахунок кількості підстилки	20
2.4.2 Розрахунок виходу гною	21
2.4.3 Продуктивність технологічної лінії видалення гною	21
2.5 Вибір засобів механізації та розрахунок потреби в них	22
2.6 Висновки	27
3 УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗКИДАЧА ПІДСТИЛКИ РВС-1500	29
3.1 Обґрунтування важливості питання	29
3.2 Вихідні дані	29
3.3 Існуючі технічні засоби та їх аналіз	30
3.3.1 Огляд конструкцій машин для внесення підстилки	30

3.3.2 Патентний огляд	32
3.3.3 Розкидач підстилки РВС-1500 та його удосконалення	35
3.4 Розрахунки основних елементів удосконалення	38
3.5 Висновки	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	46
4.1 Загальні вимоги	46
4.2 Інструкція з охорони праці при роботі з розкидачем-видувачем солом'яної підстилки	47
4.3 Висновки	48
5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ	49
5.1 Вихідні дані	49
5.2 Розрахунок показників економічної ефективності	50
5.3 Висновки	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	52
БІБЛІОГРАФІЯ	53
ДОДАТКИ	55

## ВСТУП

Комплексна механізація лінії прибирання гною виявляється критичною для підтримання ефективної господарської діяльності на фермі. Оскільки операція з видалення гною є однією з найбільш трудомістких та необхідних, недостатнє чи некоректне її виконання може миттєво вплинути на умови утримання тварин і, відповідно, на їхнє здоров'я та продуктивність. Неправильне оброблення гною може призвести до погіршення мікроклімату в приміщеннях, росту шкідливих мікроорганізмів та хворобливості у тварин.

Зокрема, орієнтування країни на європейський рівень розвитку підсилює вимоги до екологічності виробництва та безпеки продукції. В умовах зростаючого середнього рівня свідомості громадян про вплив промислових процесів на навколишнє середовище, недостатньою увагою до екологічних аспектів виробництва можна ризикувати втратою довіри споживачів, а також зазнати санкцій та штрафів з боку державних органів.

Таким чином, комплексна механізація лінії прибирання гною на сучасних фермах стає важливим елементом не лише для забезпечення ефективності виробництва, але й для забезпечення високих стандартів екологічності та безпеки продукції, що є критичними для успішного функціонування у сучасному ринковому середовищі.

Тому в даному проекті і буде розроблено лінію прибирання та утилізації гною на молочнотоварній фермі.



# 1 ОГЛЯД СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ ПІДСТИЛКОВОГО ГНОЮ

## 1.1 Загальні дані

У процесі виробництва на фермах чи господарствах, де тримаються тварини, видалення підстилкового гною є важливою операцією для забезпечення чистоти, гігієни та здоров'я тварин. Для механізації цього процесу існують різноманітні технічні засоби та способи.

Починаючи з внесення підстилки, для цього використовують різноманітні пристрої, такі як ручні або механізовані розкидачі підстилки, що розподіляють матеріал по всій площі приміщення. Тракторні розкидачі також широко використовуються для великих приміщень або відкритих ділянок.

У випадку видалення гною з приміщень, для цього використовуються скреперні установки, які складаються з ланцюгової або тросової системи з лопатями, що переміщують гною до виходу з приміщення. Ці системи можуть бути як стаціонарними, так і мобільними.

Після видалення гною його транспортують на спеціальні сховища або для подальшої обробки. Тут може бути використано транспортні стрічки, ланцюгові конвеєри або інші системи транспортування в залежності від обсягів та потреб господарства.

Нарешті, для обробки гною, включаючи біотермічне компостування, можуть використовуватися спеціальні компостери або біореактори, які стимулюють розкладання органічних речовин у гнійний компост за допомогою мікроорганізмів. Цей процес є ефективним способом переробки гною в корисне добриво для сільськогосподарських культур. Деякі системи також можуть використовувати тепло для прискорення процесу компостування.

Загалом, механізація процесу видалення та обробки підстилкового гною значно полегшує роботу на фермах та господарствах, забезпечуючи швидке, ефективно та гігієнічне вирішення цієї важливої операції. Вибір конкретних засобів механізації залежить від розмірів господарства, його потреб та фінансових можливостей.

## **1.2 Способи та засоби механізації процесу видалення гною**

Процес видалення підстилкового гною на фермах ВРХ може бути механізованим за допомогою різних способів та засобів.

Розкидачі підстилки використовуються для рівномірного розподілу соломи або іншої підстилки в тваринницьких приміщеннях. Вони дозволяють ефективно застосовувати підстилку, забезпечуючи комфортні умови для тварин і полегшуючи процес видалення гною.

Скреперні системи використовуються для автоматичного видалення гною з приміщень. Вони можуть мати різні конфігурації, такі як скрепери, що працюють на ланцюгових або пневматичних системах, які автоматично збирають гноївку і транспортують її до централізованого збору або місця обробки.

Для транспортування видаленого гною до місця збору або обробки використовуються різні транспортні засоби, такі як самоскидні причепа, трактори зі спеціальними причепами або фермерські трактори зі збірними системами для гною.

Цей метод включає в себе створення компосту з видаленого гною шляхом підвищення температури та забезпечення оптимальних умов для розкладання органічних матеріалів. Для цього використовуються аератори, вертикальні структури або інші спеціалізовані обладнання.

Ці методи та засоби механізації сприяють підвищенню продуктивності та ефективності процесу видалення підстилкового гною на фермах ВРХ, зменшуючи фізичне навантаження на працівників і полегшуючи утримання тварин.

Способи та засоби механізації процесу видалення підстилкового гною на фермах великої рогатої худоби (ВРХ) охоплюють комплекс заходів і обладнання, спрямованих на ефективне прибирання гною, збереження чистоти приміщень та забезпечення комфортних умов для тварин. Механізовані системи дозволяють автоматизувати процеси, зменшуючи витрати праці та підвищуючи продуктивність. Існують різні способи та технічні засоби для виконання окремих операцій у процесі видалення підстилкового гною.

Один з основних способів механізації - це використання скреперних установок, які ефективно видаляють гній з тваринницьких приміщень. Скрепери, як правило, встановлюються у спеціально обладнаних каналах на підлозі, де вони збирають гній і транспортують його до місць накопичення або безпосередньо до транспортних засобів.

Важливою складовою процесу є механізація внесення підстилки. Використання розкидачів підстилки, таких як РВС-1500 або його модернізована версія РВС-1500М, забезпечує рівномірне розподілення солом'яної підстилки по приміщенню, що створює комфортні умови для тварин і покращує мікроклімат у стайнях.

Транспортування гною з тваринницьких приміщень до місць обробки або зберігання виконується за допомогою різних транспортних засобів, таких як причепи-самоскиди. Зазвичай використовуються причепи, агреговані з тракторами, що забезпечує високу мобільність і ефективність транспортування. Прикладом є причеп-самоскид 2 ПТС-4-887Б у поєднанні з трактором МТЗ-82.

Обробка гною також включає прискорене біотермічне компостування, яке здійснюється за допомогою аераторів буртів, наприклад, Aeromaster РТ-120. Цей процес сприяє швидкому розкладанню органічних речовин, що дозволяє отримувати високоякісне органічне добриво і зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Загалом, механізація процесу видалення підстилкового гною на фермах ВРХ передбачає комплексний підхід, що включає використання скреперних установок для збору гною, розкидачів підстилки для внесення соломи, транспортних засобів для перевезення та аераторів для обробки гною. Такий підхід дозволяє значно підвищити ефективність управління гноєм, зменшити витрати на ручну працю і покращити санітарно-гігієнічні умови на фермі.

### **1.3 Висновки**

Удосконалення технологічного процесу видалення гною на фермах ВРХ залишається актуальним завдяки декільком аспектам. По-перше, ефективне видалення та обробка гною є важливим етапом у дотриманні гігієнічних та екологічних стандартів у тваринництві. По-друге, відповідно до вимог ринку та зростаючих екологічних норм, інноваційні технології управління гноєм дозволяють зменшити вплив на навколишнє середовище. По-третє, автоматизація та механізація цього процесу дозволяє зменшити трудомісткість та витрати на утримання ферми. По-четверте, використання інноваційних методів обробки гною може призвести до отримання більш якісного та ефективного добрива для сільськогосподарських угідь. Нарешті, удосконалення процесу видалення гною сприяє підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності сучасних ферм ВРХ.

## **2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ ТА ОБРОБКИ ГНОЮ**

### **2.1 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги до процесу**

Вихідними даними до проектування лінії видалення гною є:

- вид та кількість тварин на фермі – 400 голів дійних корів;
- спосіб утримання тварин – боксовий;
- норма внесення підстилки на 1 голову – 12 кг/тиждень;
- добова норма виходу гною – 55 кг/гол на добу;
- кратність видалення гною протягом доби – 4.

Основні зоотехнічні вимоги до технології і засобів для видалення, зберігання, переробки та використання гною визначаються рядом нормативно-технічних документів, що охоплюють проектування та експлуатацію таких систем. Ключовими документами є норми і правила щодо гігієни та ветеринарно-санітарних вимог до утримання тварин, які регулюють процеси обробки та використання гною. Такі документи містять вимоги до обладнання технологічних ліній прибирання, обробки, знезараження та утилізації гною на молочнотоварних фермах і комплексах.

Зокрема, вимоги до технології та обладнання, пов'язаного з гноєвивозом, зберіганням та обробкою, можуть бути визначені спеціальними державними стандартами або нормативно-технічними документами, які регулюють діяльність тваринницьких господарств і ферм. Ці вимоги можуть включати у себе такі аспекти, як конструкція та матеріали резервуарів для зберігання гною, системи вентиляції для уникнення неприємного запаху та забезпечення здорових умов у приміщеннях для переробки, а також процеси знезараження гною перед використанням його у сільському господарстві.

Ветеринарно-санітарні вимоги враховуються при проектуванні систем управління гнійниками, щоб запобігти поширенню захворювань серед тварин та

забезпечити безпечне використання гною як органічного добрива. Такі вимоги можуть включати в себе правила щодо очищення та дезінфекції обладнання, рекомендації щодо зберігання та транспортування гною, а також встановлення стандартів щодо максимально допустимих рівнів бактеріального забруднення в готовому добриві.

## **2.2 Постановка завдання на проектування**

Виходячи із поставленого в проекті завдання, показників запроєктованої ферми, розглянутих рішень стосовно вибору технологій та обладнання для лінії видалення гною, а також висунутих до процесу вимог, основною задачею даного розділу є проектування лінії видалення гною на фермі.

При цьому, нам необхідно підібрати оптимальний варіант технологічного процесу, який забезпечить ефективне видалення, зберігання та обробку гною відповідно до встановлених нормативно-технічних і ветеринарно-санітарних вимог. Для цього слід вибрати основні та допоміжні засоби механізації, що будуть використовуватись у процесі видалення гною, та розрахувати необхідну кількість цих засобів для забезпечення безперебійної роботи ферми.

Основними кроками у проектуванні лінії видалення гною є:

1. Аналіз поточних умов і потреб ферми: Визначення кількості тварин, обсягів виробленого гною, специфічних умов зберігання і обробки гною, а також санітарно-гігієнічних вимог.

2. Вибір технологічного процесу: Вибір технології видалення гною (гідрравлічна, механічна або комбінована система), що відповідає умовам ферми і забезпечує ефективність та економічність процесу.

3. Вибір основних засобів механізації: Визначення типів і кількості основного обладнання, яке буде використовуватись у процесі видалення гною, таких як скребокві транспортери, насоси, гноєсховища, міксери для гною та системи автоматичного управління.

4. Вибір допоміжних засобів: Визначення необхідного допоміжного обладнання, включаючи системи вентиляції, дезінфекції, освітлення та інші засоби, що забезпечують відповідність гігієнічним стандартам.

5. Розрахунок кількості обладнання: Визначення кількості основного та допоміжного обладнання на основі аналізу обсягів гною, що видаляється, та необхідних виробничих потужностей. Це включає розрахунок продуктивності транспортерів, ємності гноєсховищ, потужності насосів та інших агрегатів.

6. Складання плану розміщення обладнання: Розробка детального плану розміщення обладнання на території ферми, що забезпечить оптимальне використання простору і ефективність технологічного процесу.

Таким чином, проектування лінії видалення гною включає в себе комплексний підхід, який враховує всі аспекти роботи ферми та вимоги до процесу видалення гною. Реалізація цього проекту сприятиме підвищенню ефективності виробництва, покращенню санітарно-гігієнічних умов та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

### **2.3 Вибір технології та варіантів механізації лінії**

Вибір оптимальної технології видалення гною на фермах великої рогатої худоби (ВРХ) залежить від ряду факторів, включаючи розмір ферми, тип утримання тварин, доступні ресурси та екологічні вимоги. Існують різні способи видалення гною, які включають механічні, гідравлічні та комбіновані системи.

Механічні системи використовують скребкові транспортери, конвеєрні стрічки та гноєзбиральні трактори для збору та переміщення гною. Гідравлічні системи використовують водяний потік для транспортування гною по спеціально обладнаних каналах або трубах. Комбіновані системи поєднують переваги механічних та гідравлічних методів для оптимізації процесу видалення гною.

Технічні засоби для видалення гною включають скребкові транспортери, конвеєрні стрічки, гноєзбиральні трактори та гідравлічні транспортери. Вибір конкретних технічних засобів залежить від різних факторів, таких як розмір

ферми, доступність водних джерел, географічні особливості та бюджетні обмеження.

Існуючі способи видалення гною на фермах ВРХ можна класифікувати на кілька основних методів, кожен із яких має свої особливості та підходить для різних умов експлуатації.

Механічний спосіб включає використання скребкових транспортерів, які монтується на підлозі стійл або проходів. Ці транспортери постійно або періодично переміщують гній у напрямку гноєсховища або гноєзбірника. Конвеєрні стрічки також широко використовуються для транспортування гною на великі відстані. Гноєзбиральні трактори можуть бути оснащені різними типами лопат та ковшів для збору гною з підлоги і перевезення його до місця зберігання або обробки.

Гідравлічний спосіб передбачає використання водяного потоку для переміщення гною по каналам, спеціально обладнаним у стійлових приміщеннях. Цей метод є ефективним у випадках, коли на фермі є достатня кількість води для підтримання постійного водяного потоку. Гідравлічні системи можуть бути доповнені насосами для підвищення ефективності транспортування гною на значні відстані або до вищих рівнів.

Комбіновані системи об'єднують переваги механічних та гідравлічних способів, забезпечуючи більш гнучкий та ефективний процес видалення гною. Наприклад, гній може спочатку збиратися механічними засобами, а потім транспортуватися гідравлічним шляхом до кінцевого місця зберігання або обробки.

Вибір конкретної технології видалення гною залежить від багатьох факторів, включаючи масштаб ферми, тип утримання тварин (прив'язне або безприв'язне), наявність та доступність водних ресурсів, а також екологічні та санітарні вимоги. У деяких випадках можливе використання кількох методів одночасно для забезпечення максимального ефекту.

При проектуванні системи видалення гною важливо враховувати також питання зберігання та обробки гною. Сучасні технології передбачають використання спеціальних гноєсховищ, біогазових установок та систем компостування,



що дозволяє не лише ефективно зберігати гній, але й переробляти його в цінні добрива або енергію.

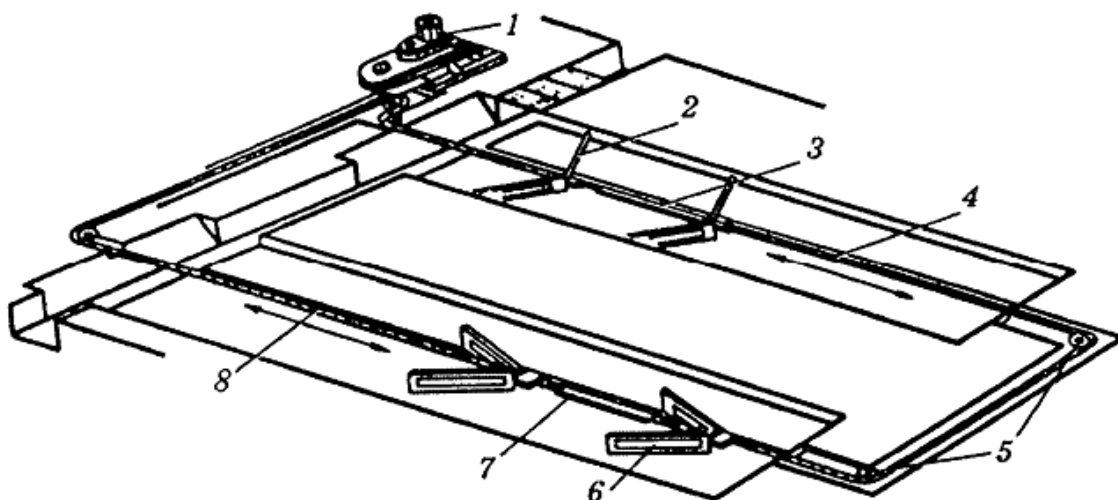


Рисунок 2.1 - Схема скреперної установки: 1 – привід; 2, 6 – скрепери, 3,7 – проміжні штанги, 4, 8 – тягові ланцюги; 5 – поворотні ролики

Таким чином, вибір технології видалення гною на фермах ВРХ має базуватися на ретельному аналізі потреб ферми, доступних ресурсів та екологічних вимог. Використання сучасних технічних засобів та комплексних підходів дозволяє забезпечити ефективно та економічно вигідне управління гноєм, знижуючи вплив на навколишнє середовище та підвищуючи загальну продуктивність ферми.

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика скреперних установок

Назва показника	УС-Ф-170А	УС-Ф-250А	УС-12	УСП-12	ТСГ-250
Продуктивність, т/год	2,1	2,1	12	12	6,4
Довжина контуру ланцюга, м	170	250	200	240	250
Ширина гноєвих проходів, м	1,8-3,0	1,8-3,0	0,9; 0,82	0,8	1,8-4,1
Кількість скреперів	4	4	8	-	2
Швидкість руху, м/с	0,085	0,085	0,25	0,25	0,053
Повнота прибирання, %	93	93	-	-	95
Встановлена потужність, кВт	1,1	1,5	3	5,5	0,75
Маса, кг	1300	1715	990	2500	680

Скреперні установки розрізняють за типом скребка (рис. 2.2).

Переробку підстилкового гною переважно проводять компостуванням.

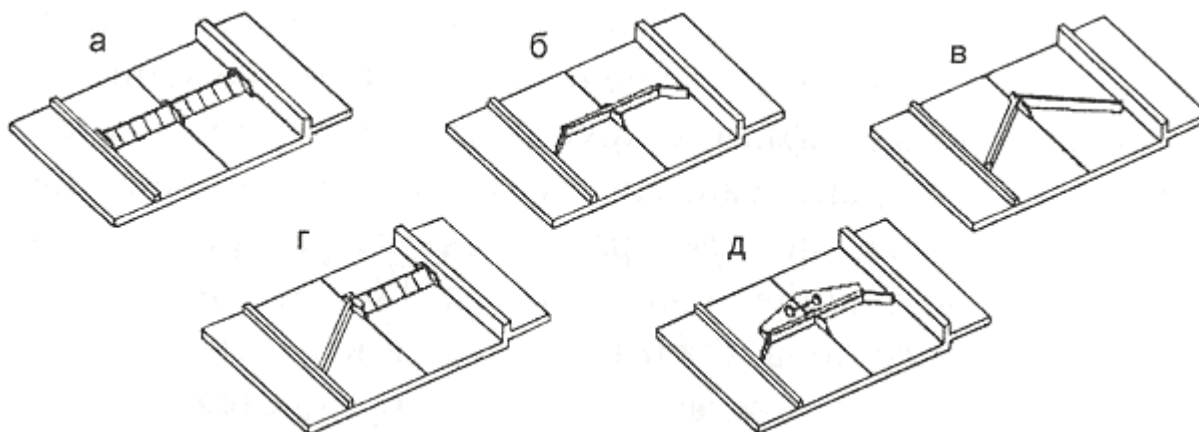


Рисунок 2.2 - Скреперні установки для видалення гною: а - хитний скрепер; б - скрепер з регульованою шириною захвата (ТСГ-250); в - дельта-скрепер (УС-Ф-170А, УС-Ф-250А, УС-12, УСП-12); г - комбінований скрепер; д – гноєприбиральний робот.

Прискорене біотермічне компостування – це керований процес із створенням і підтримкою оптимальних умов для проходження мікробіологічних процесів (вологості, температури, структури, складу і наявності біогенних речовин) і мінімізацією терміну переробки відходів в якісний компост.

Технічні засоби для проведення – аератори (рис. 2.3) – можна розділити за наступними категоріями:

- по технологічному процесу (розташування відносно бурту);
- за режимом пересування (спосіб агрегування);
- використанню допоміжного обладнання (можливість внесення води, поживних розчинів);
- за конструкцією робочого органу (лопаті, штифти, фрези).

Переваги прискореного компостування гною та посліду:

- скорочення строків приготування добрива з 120...180 до 20...45 діб;
- зменшення площ під зберігання;
- можливість регулювання процесу компостування з метою одержання кінцевого продукту із заданими властивостями;
- підвищення агрономічної ефективності одержуваного добрива (окупність внесення добрива в ґрунт урожаєм с.-г. культур) в 2... 4 рази;

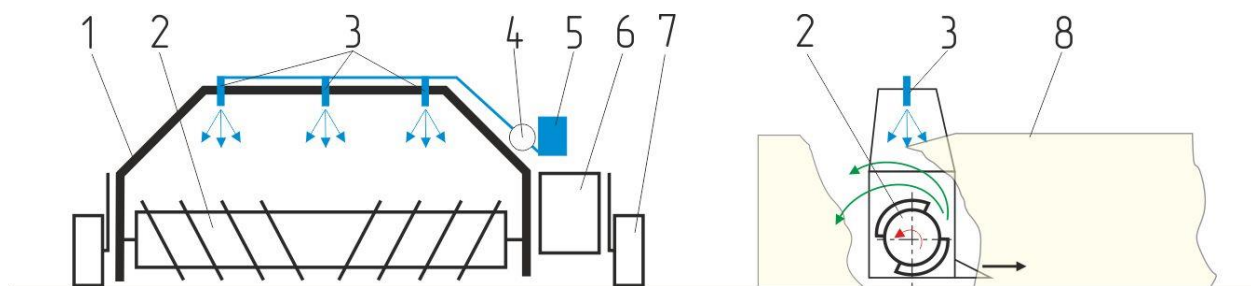


Рисунок 2.3 - Схема роботи причіпного аератора: 1 – рама; 2 – ротор; 3 – форсунки; 4 – насос системи зрошення; 5 – ємність; 6 – редуктор; 7 – опорне колесо; 8 – бургт.

- зниження в 2... 3 рази енергетичних витрат на виробництво і застосування добрив з розрахунку на одиницю площі;
- екологічна безпека продукту (відсутність хвороботворних мікроорганізмів, яєць і личинок гельмінтів, насіння бур'янів, неприємного запаху та ін.).

Враховуючи те, що наше підприємство має добре розвинену галузь рослинництва, воно може в повній мірі забезпечити молочнотоварну ферму соломою для підстилки. Тому приймаємо, що внесення підстилки в бокси для відпочинку худоби будемо виконувати щотижнево з розрахунку 12 кг/гол на тиждень. Видалення гною будемо виконувати 4 рази на добу скреперними установками. Так як конструкція боксів передбачає розділення зони годівлі та зони відпочинку, то підстилка в останній забруднюватись не буде і її можливо використовувати тривалий час. Тому приймаємо, що видаляти підстилку з приміщень будемо раз на тиждень. Переробку гною будемо виконувати методом прискореного

біотермічного компостування, після чого отримані органічні добрива будемо вносити на поля. Технологічна схема лінії приведена на рис. 2.1 та на аркуші 1 графічної частини.

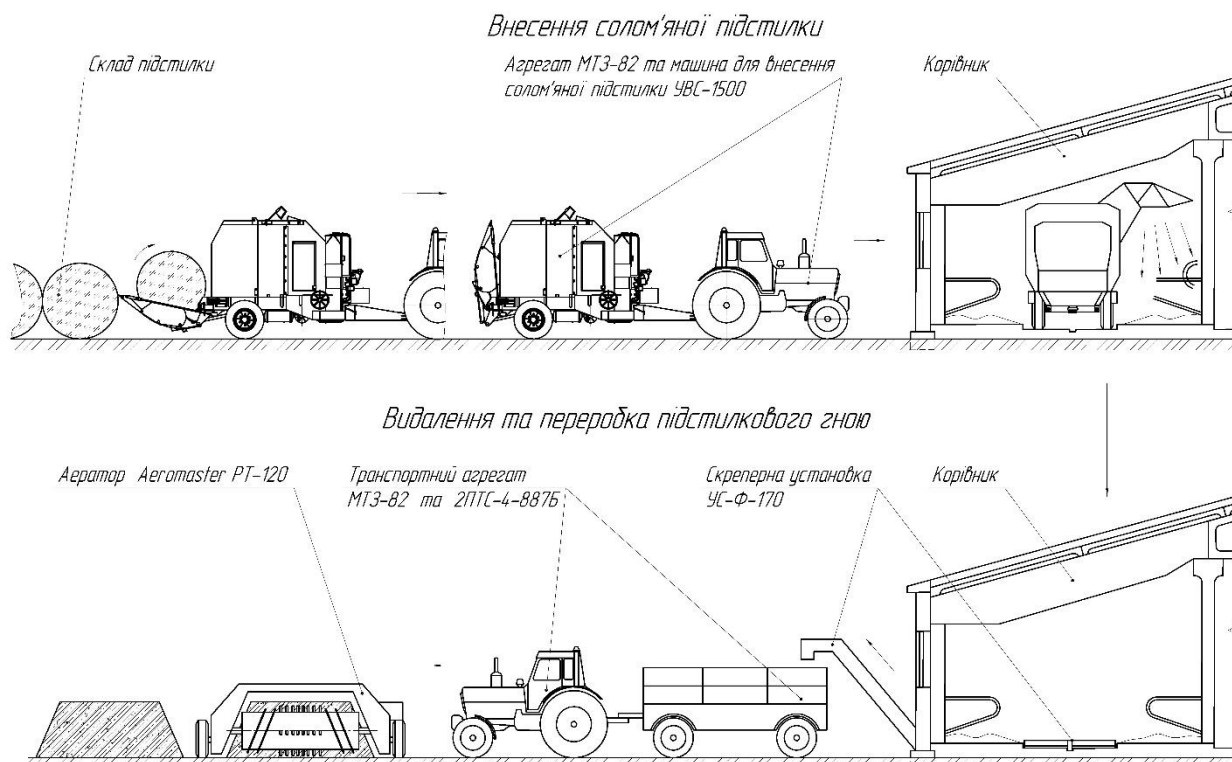


Рисунок 2.4 - Технологічна схема проектованої лінії видалення та обробки гною

## 2.4 Визначення продуктивності лінії

### 2.4.1 Розрахунок кількості підстилки

Необхідну кількість підстилки на тиждень визначаємо за виразом

$$M_n = \frac{q_n \cdot t}{1000}, \text{ Т,} \quad (2.1)$$

де  $q_n$  – норма внесення підстилки. Згідно [1]  $q_n = 12$  кг/гол;

$m$  – поголів'я корів, гол. Згідно вихідних даних  $m = 400$  голів.

Тоді матимемо

$$M_n = \frac{12 \cdot 400}{1000} = 4,8 \text{ т.}$$

#### 2.4.2 Розрахунок виходу гною

Вихід гною від корів  $M_{гн}$  обчислюємо за формулою

$$M_{гн} = \frac{q_{гн} \cdot m}{1000}, \text{ т,} \quad (2.2)$$

де  $q_{гн}$  – добовий вихід гною від однієї тварини за добу, кг/гол.

Тоді

$$M_{гн} = \frac{55 \cdot 400}{1000} = 22 \text{ т/добу.}$$

#### 2.4.3 Продуктивність технологічної лінії видалення гною

Виходячи з прийнятої технології видалення гною, згідно з якою видалення гною виконуватимемо щодобово по 4 рази, та відповідно до прийнятої технології видалення підстилки, яку проводитимемо один день на тиждень, продуктивність лінії визначимо для максимального її завантаження. Тобто для видалення всієї тижневої кількості підстилки та добової кількості гною. Отже, загальний об'єм гною разом з підстилкою становитиме

$$M_{гн}^{заг} = M_{гн} + M_n = 22 + 4,8 = 26,8 \text{ т} \quad (2.3)$$

Продуктивність лінії видалення гною розраховуємо за формулою

$$Q_{л} = \frac{M_{гн}^{заг}}{T_{видал} \cdot K}, \text{ т/ГОД}, \quad (2.4)$$

де  $T_{видал}$  – тривалість роботи скреперної установки, год. Приймаємо  $T_{видал} = 2$  години.

$K$  – кратність вмикання скреперної установки протягом доби.  $K = 4$ .

Тоді розрахункова продуктивність лінії видалення гною складе

$$Q_{л} = \frac{26,8}{2 \cdot 4} = 3,35 \text{ т/ГОД.}$$

## 2.5 Вибір засобів механізації та розрахунок потреби в них

Виходячи із прийнятої технології внесення підстилки та видалення гною приймаємо, що для виконання цих процесів будемо використовувати: розкидач підстилки РВС-1500; скреперну установку типу УС-Ф-250; причеп самоскид 2ПТС-4-887Б в агрегативанні з трактором МТЗ-82, аератор гною.

Розрахунок необхідної кількості розкидачів підстилки визначимо за умови, що необхідну кількість соломи технічний засіб повинен внести протягом 1-єї зміни (8 годин).

Необхідну кількість розкидачів підстилки визначаємо по формулі

$$n_{роз} = \frac{i_{роз}}{i_1}, \text{ шт}, \quad (2.5)$$

де  $i_{роз}$  – кількість рейсів, які необхідно зробити розкидачеві;

$i_1$  – кількість рейсів, яку може виконати один розкидач за час, відведений на виконання даної операції.

Необхідну кількість рейсів визначаємо за формулою

$$i_{роз} = \frac{M_{сол}}{G_{роз}}, \quad (2.6)$$

де  $M_{сол} = 4,8$  т – необхідна кількість соломи для внесення;

$G_{роз} = 0,45$  т – вантажопідйомність бункера розкидача підстилки РВС-1500 (для рулона діаметром 1,8 м).

Тоді маємо

$$i_{роз} = \frac{4,8}{0,45} = 10,6 \text{ рейси, тобто повних 11 рейсів.}$$

Кількість рейсів, яку може виконати один технічний засіб за час відведення на виконання даної операції становитиме

$$i_1 = \frac{T_{внес}}{T_{ц.роз}}, \quad (2.7)$$

де  $T_{внес} = 2$  год. – максимально допустима тривалість внесення солом'яної підстилки в приміщенні, год. Приймається рівною періоду доїння корів, тобто часу. Коли корови знаходяться в доїльному залі;

$T_{ц.роз}$  – тривалість циклу одного рейсу розкидача підстилки, год.

Тривалість циклу одного рейсу мобільного агрегату розраховується за формулою

$$T_{ц.роз} = 1,1 \cdot (T_x + T_{зав} + T_p + T_{розв}), \text{ год,} \quad (2.8)$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує маневри технічного засобу під час роботи;

Тривалість холостого ходу  $T_x$  визначаємо по формулі

$$T_x = \frac{l}{v_x} = \frac{0,05}{30} = 0,0016 \text{ год}, \quad (2.9)$$

де  $l = 0,05$  км – відстань від приміщення до скирт соломи;  
 $v_x = 30$  км/год – швидкість руху трактору з порожнім агрегатом.  
 Тривалість завантаження  $T_{зав}$  причепу визначаємо за формулою

$$T_{зав} = t_{зав}^{PBC} = 4 \text{ хв} = 0,07 \text{ год}, \quad (2.10)$$

де  $t_{зав}^{PBC} = 4$  хв – час при самонавантаженні РВС-1500 соломи в рулонах.  
 Тривалість переїзду  $T_p$  завантаженого агрегату до приміщення складе

$$T_p = \frac{l}{v_p} = \frac{0,05}{10} = 0,005 \text{ год}, \quad (2.11)$$

де  $v_p = 10$  км/год – швидкість руху завантаженого агрегату.  
 Час розвантаження  $T_{роз}$  зумовлюється технічними характеристиками агрегату по продуктивності видачі підстилки.  
 Тобто цей час можна розрахувати за формулою

$$T_{роз} = \frac{G_{роз}}{Q_{роз}} = \frac{0,45}{10} = 0,045 \text{ год}, \quad (2.12)$$

де  $Q_{роз} = 10$  т/год – продуктивність розкидання (внесення) солом'яної підстилки розкидачем РВС-1500 [3].

Тоді загальна тривалість робочого циклу, згідно (2.8), складе

$$T_{ц.роб} = 1,1 \cdot (0,0016 + 0,0025 + 0,07 + 0,045) = 0,13 \text{ год}$$



Отже, згідно формули (2.7) маємо

$$i_1 = \frac{4}{0,13} = 15,4 \text{ рейси, тобто 15 повних рейсів.}$$

Кількість розкидачів підстилки, які забезпечать своєчасне її внесення в бокси, становить

$$n_{роз} = \frac{11}{15} = 0,73$$

Приймаємо 1 розкидач підстилки РВС-1500, який нас цілком задовольнить.

Необхідну, для виконання процесу видалення гною з приміщення, кількість скреперних установок УС-Ф-250 визначимо з нерівності

$$n_{скр} \cdot Q_{скр} \geq Q_l \quad (2.13)$$

де  $Q_{скр} = 2,1$  т/год – продуктивність скреперної установки УС-Ф-250.

Приймаючи до уваги те, що  $Q_l = 3,35$  т/год, нерівність виконається при  $n_{скр} = 2$ . Отже, приймаємо до розрахунку 2 скреперні установки УС-Ф-250.

Необхідну кількість транспортних агрегатів МТЗ-82 та 2 ПТС-4-887Б розраховуємо аналогічно з розкидачами підстилки. В результаті розрахунків отримуємо  $n_{тр} = 0,275$  шт. Отже, приймаємо 1 трактор МТЗ-82 з причепом-самоскидом 2 ПТС-4-887Б.

Необхідну продуктивність аератора визначимо за виразом:

$$Q_p = \frac{V_2 \cdot t_2}{t_3 \cdot k}, \quad \text{м}^3/\text{год}, \quad (2.14)$$

де  $V_z$  - добовий вихід гною, м<sup>3</sup>.

$t_3$  - тривалість зміни, год;

$t_2$  – тривалість зберігання твердої гною, діб. При прискореному біотермічному компостуванні  $t_2=20\dots30$  діб. Приймаємо  $t_2=30$  діб;

$k$  – коефіцієнт використання часу зміни.

Добовий вихід гною

$$V_z = \frac{M_{zh}}{\rho} = \frac{22}{0,75} = 29,3 \text{ м}^3.$$

Тоді за (3.14)

$$Q_p = \frac{29,3 \cdot 30}{80,8} = 135,9 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо до використання причіпний аератор компостних буртів Aeromaster РТ-120, продуктивністю  $Q_{\text{тех}}=300$  м<sup>3</sup>/год., потужністю на привід 44 кВт.

Час роботи прийнятого аератора протягом зміни:

$$t = \frac{V_z \cdot t_2}{Q_{\text{тех}}} = \frac{29,3 \cdot 30}{300} = 2,9 \text{ год.} \quad (2.15)$$

Загальну площу для збереження і біотермічного знезараження твердої фракції знайдемо за виразом

$$S_T = \frac{V_z \cdot t_2}{h_\delta \cdot k_e} = \frac{29,3 \cdot 30}{2 \cdot 0,5} = 879 \text{ м}^2, \quad (2.16)$$

Де  $h_6$  – висота буртування, м. З  $h_6 = 1,5-2$  м, приймаємо  $h_6 = 2$  м;

$k_6$  – коефіцієнт використання площі.  $k_6 = 0,5 \dots 0,9$ . Приймаємо  $k_6 = 0,5$ .

За результатами розрахунку приймаємо для збереження і прискореного біотермічного знезараження твердої фракції приймаємо майданчик з твердим покриттям розмірами 46x20 м, на якому передбачаємо викладання гною у 4 бурти з параметрами: довжина в основі – 42 м, ширина в основі – 3 м, висота буртування – 2 м.

Склад обладнання лінії видалення гною приведено в табл. 2.1

Таблиця 2.1 - Склад обладнання лінії видалення гною

Технологічний процес	Машина	Кількість
Внесення солом'яної підстилки	Розкидач підстилки РВС-1500	1
Видалення гною та підстилки з приміщення	Скреперна установка УС-Ф-250	2
Доставка гною до гноєсховища	Мобільний агрегат МТЗ-82+2 ПТС-4-887Б	1
Аератор буртів	Аеромастер РТ-120	1

## 2.6 Висновки

Отже, результати розрахунків у даному розділі демонструють ефективне використання технологічної лінії для видалення гною на фермі. Обрана технологічна схема дозволяє ефективно очищати тваринницькі приміщення, а розрахована кількість засобів механізації відповідає потребам лінії.

Проте аналіз також показує, що прийнята технологічна лінія має свої недоліки, які необхідно врахувати та виправити. У наступному розділі проекту

будуть розглянуті можливі шляхи усунення цих недоліків та розроблено конкретний технічний засіб для їх виконання. Такий підхід дозволить покращити ефективність технологічної лінії та забезпечити оптимальні умови для видалення гною на фермі.

## 3 УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗКИДАЧА ПІДСТИЛКИ РВС-1500

### 3.1 Обґрунтування важливості питання

При розроблені і впроваджені на фермах великої рогатої худоби промислових технологій, а також підвищенні рівня механізації, важливе значення має створення машин для механізації найбільш трудомістких допоміжних процесів, і в першу чергу розкидання підстилки, яка на більшості ферм розкидається ручним способом.

Для механізованої доставки і розкидання підстилки в теперішній час використовують, як правило, спеціальні машини – причіпні розкидачі підстилки, які можуть бути як універсальними машинами (кормороздавачі, кормороздавачі-змішувачі), так і спеціалізованими (тюковози-подрібнювачі).

Досить велика розмаїття машин для розкидання солом'яної підстилки ВРХ обумовлено не тільки конструктивними ознаками (вантажопід'ємність, габаритні розміри, агрегатуємий клас трактору та ін.), так і технологічними задачами, які стоять перед ними і до яких у першу чергу можна віднести: вид сільськогосподарських тварин, яким роздається підстилка (ВРХ, свині, птиця); технологічна зона роздачі підстилки (майданчики, клітки або бокси); зоотехнічні норми внесення підстилки для тварини.

### 3.2 Вихідні дані

Вихідними даними для проведення розрахунків будуть:

1. Фізико-механічні властивості підстилкового матеріалу:
  - насипна щільність соломи –  $44 \text{ кг/м}^3$ ;
  - коефіцієнт тертя соломи – 0,43;
2. Технологічні параметри:
  - розміри боксу –  $2 \times 1,2 \text{ м}$ ;

### 3.3 Існуючі технічні засоби та їх аналіз

#### 3.3.1 Огляд конструкцій машин для внесення підстилки

На сучасному етапі механізації процесу внесення солом'яної підстилки існує багато видів технічних засобів і машин для його виконання. До того ж кожний вид машини для внесення підстилки має як свої переваги, так і свої недоліки. Наприклад досить поширені розкидачі підстилки (переважно зарубіжних виробників), з робочим органом для розкидання підстилки вентиляторного типу, мають можливість її розкидання на значні відстані (15-20 м) і розкидання великими площами (вигульні майданчики, загони та ін.), але у той же час мають досить суттєві зоотехнічні недоліки, основними з яких є наявність пилової фракції (і її негативну дію на тварин при роздаванні підстилки), або зволоження при роздаванні солом'яної повітряної маси спеціальними пристроями встановленими на ці роздавачі, що в свою чергу призводять до зволоження підстилки, також з негативною дією на тварин.

Слід враховувати і різноманітні тваринницькі об'єкти, де використовуються роздавачі підстилки, наприклад у теперішній час найбільше поширення знаходять легкозбірні тваринницькі приміщення павільйонної забудови. У той же час старі тваринницькі приміщення (корівники) за типовими проектами реконструюють під безприв'язно-боксову систему утримання ВРХ.

Тому задачею аналізу і класифікації машин для розкидання солом'яної підстилки є виявлення чітких технологічних ознак та сфери застосування кожної групи цього обладнання, для оптимізації вибору розкидача підстилки стосовно до зоотехнічних вимог безприв'язно-боксового утримання ВРХ.

Існуюче обладнання для внесення солом'яної підстилки можна класифікувати за основними технологічними ознаками:

- за способом внесення матеріалу;
- за технологічною зоною внесення підстилки;
- за використанням у тваринницьких приміщеннях;

- за виконанням технологічних операцій;
- за способом завантаження.



а)



б)

Рисунок 3.1 – Внесення солом'яної підстилки кормороздвачем-змішувачем SILOKING (а) і тюковозом-подрібнювачем PRIMOR 5570 М (б)

За способом внесення матеріалу наявне обкладання можна поділити на два основних класи: перший – роздавання солом'яної маси за допомогою пневматичної подачі – повітряним потоком, який утворюється видувачами вентиляторного типу (рис. 3.1), другий – механічною подачею солом'яної маси за допомогою

стрічкових поперечних вивантажувальних транспортерів, або ротора з прутковими пальцями, який встановлений у вивантажувальному вікні.

Видувачі вентиляторного типу використовуються як у вигляді встроєних робочих органів (тюковози-подрібнювачі), або як приставки до комороздовачів-змішувачів із розташуванням на торці або збоку роздавача. Проблемою цього обладнання є наявність великої кількості пилу, концентрація якого досягає  $30 \text{ мг/м}^3$  і більше [8] так і дрібних подрібнених частинок соломи 2-3 мм.

### 3.3.2 Патентний огляд

В основу *корисної моделі за АС № 2026* поставлена задача удосконалення агрегату для внесення і збирання підстилки, в якому шляхом модифікації конструкції пристрою для збирання підстилки і бункера забезпечується поєднання технологічних процесів збирання і розкидання підстилки, що дозволяє підвищити продуктивність і розширити технологічні можливості агрегату.

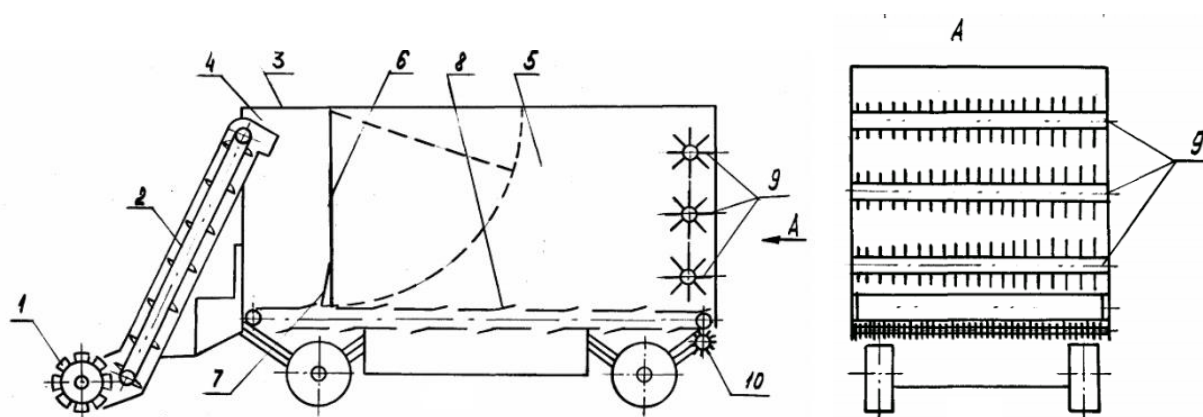


Рисунок 3.2 – Агрегат для внесення і збирання підстилки АС № 2026: 1 – фрез барабан; 2 – транспортер; 3 – бункер; 4, 5 – камери бункера; 6 - розділювач; 7 – обмежувач; 8 – транспортер; 9 – бітери; 10 – щітки

Поставлена задача вирішується тим, що агрегат для внесення і збирання підстилки містить бункер із встановленим у ньому подаючим транспортером і пристрій для збирання гною, відповідно до корисної моделі в передній частині



бункера встановлений шарнірно роздільник з можливістю повороту його щодо шарніра до упору з верхньою стінкою, а на транспортері встановлений обмежник, в задній частині бункера встановлені бітери, твірні яких виконано у вигляді конуса, а пристрій для збирання гною виконано у виді роторного барабана і ковшового транспортера.

Установка роздільника в бункері дозволяє розділити його на дві камери, причому по мірі заповнення однієї з них камери поєднуються в загальну, що дозволяє поєднати технологічний процес збирання і розкидання підстилки, а запропонована конструкція пристрою для збирання гною дозволяє якісно збирати підстилку в гнойових каналах, без застосування додаткових пристроїв. Бітери агрегату при обертанні утворюють конусну поверхню, що забезпечує укладку підстилки в похилій площині. Запропонована конструкція агрегату дозволить скоротити кількість машин при обслуговуванні тваринницьких ферм і комплексів. За рахунок того, що технологічний процес збирання і розкидання підстилки відбувається одночасно, відпадає необхідність використовувати спеціальні машини для роздачі, збирання і транспортування підстилки, що підвищує продуктивність.

Агрегат працює таким чином. Камера 5 бункера 3 заповнюється підстилкою за допомогою навантажувача. При цьому роздільник 6 упирається в обмежник 7, що перешкоджає попаданню підстилки в камеру 4. Потім машина транспортує підстилку до місця її розкидання. Роторний барабан 1 і ковшовий транспортер 2 у цей час знаходяться в транспортному положенні. При включенні привода барабана і транспортера, роторний барабан 1 з ковшовим транспортером 2 переводяться в робоче положення, і забруднена підстилка транспортується в камеру 4 бункера 3, свіжа підстилка що знаходиться в цей час у камері 5, перешкоджає переміщенню роздільника 6. У той час, коли камера 4 заповниться цілком (за цей час агрегат очистить ділянку, рівну його довжині) транспортер 8 починає розкидання свіжої підстилки. Бітери 9 при обертанні утворюють конусну поверхню, що забезпечує укладку підстилки в похилій площині. По мірі викиду підстилки з камери 5, роздільник 6 буде повертатися, збільшуючи обсяг камери

4, до упору з верхньою стінкою бункера 3. У крайньому (горизонтальному) положенні роздільника 6 камери 4 і 5 об'єднуються в одну. Процес звільнення бункера 3 від свіжої підстилки і заповнення його використаною відбувається синхронно. Після закінчення процесу роторний барабан 1 з ковшовим транспортером 2 переводяться в транспортне положення. Використана підстилка транспортується до місця складування, де включається транспортер 8 і щітковий барабан 10 і відбувається вивантаження підстилки.

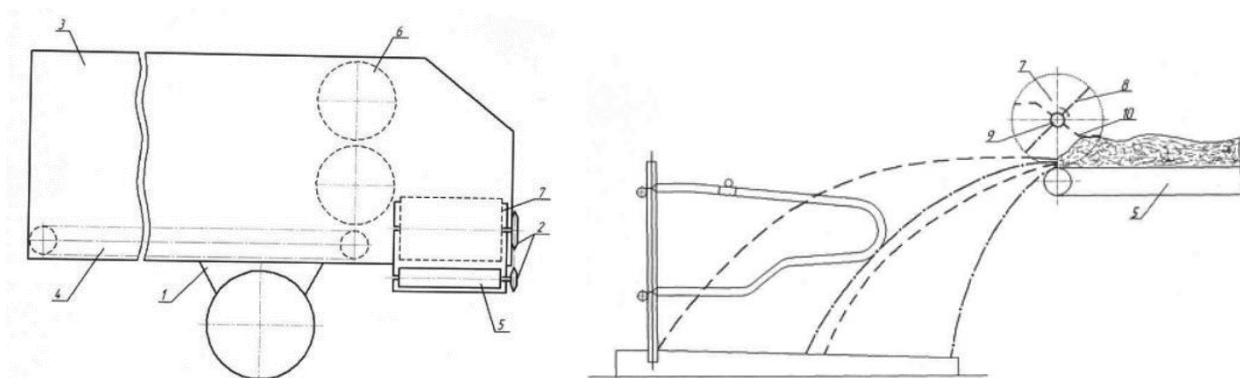


Рисунок 3.3 - Пристрій для розкидання підстилки за АС № 73327

В основу *корисної моделі за АС № 73327* поставлена задача створення такого пристрою для розкидання підстилки, який при його рівномірному руху вздовж ряду боксів та при незмінних обертах робочих органів, завдяки новому виконанню пальців ротора забезпечить рівномірне розкидання солом'яної підстилки по всій ширині боксу для утримання великої рогатої худоби. Поставлена задача вирішується тим, що у пристрої для розкидання підстилки, який містить ходову частину з приводами робочих органів, бункер з встановленими в ньому повздовжнім подавальним та поперечним вивантажувальним транспортерами, бітерами і ротором, згідно з корисною моделлю ротор містить встановлені в декілька рядів пальці різної конфігурації, пальці одного ряду виконані прямими і встановлені радіально відносно вала ротора, а другого ряду - складені з двох відрізків, розташованих під кутом один до одного, причому ряди прямих і складених із двох відрізків, розташованих під кутом один до одного, пальців чергуються.

Виконання пальців ротора одного ряду прямими і встановлення їх радіально відносно вала ротора забезпечує зрізання маси, яка подається поперечним вивантажувальним транспортером, і розкидання її у розпушеному вигляді на підлогу боксу. Пальці наступного ряду, які складені з двох відрізків, розташованих під кутом один до одного, при обертанні вала ротора, спочатку ущільнюють солом'яну масу, а вже потім кидають її у вигляді ущільненої порції, яка долає більшу відстань, ніж попередня розпушена порція солом'яної маси. Таким чином, при незмінній частоті обертання валу ротора, солом'яна маса скидається з поперечного транспортера пальцями ротора різної конфігурації на різну відстань, чим досягається розширення полоси скиданої маси і підвищення рівномірності розкидання підстилки по площині боксу.

### **3.3.3 Розкидач підстилки РВС-1500 та його удосконалення**

Розкидач РВС-1500 призначений для транспортування, подрібнення і подачі подрібненої соломи в бокси, на вигульні майданчики, а при необхідності і у транспортні засоби при прив'язному і безприв'язному утриманні великої рогатої худоби. Розкидач агрегується із тракторами класу 1,4, що мають гідросистему, тягово-зчіпний пристрій, виводи електроустаткування і пневмопривод гальм.

Габаритні розміри розкидача дозволяють проводити роботи у тваринницьких приміщеннях з висотою і шириною воріт не менш 2600 мм, з шириною кормовому проходу шириною не менш 2200 мм.

Розкидач являє собою збірну металеву конструкцію, що складається з наступних вузлів: корпусу з колісним ходом і тягово-зчіпним пристроєм, кидальки з маховиком, керованого вивантажувального дефлектора, конвеєра, завантажувача рулонів, подрібнюючого апарата барабанного типу, світлосигнального обладнання, відбійника, захисних пристроїв та огорожень. Основними недоліками розкидача в базовій комплектації є понижений коефіцієнт технологічної надійності, який пов'язаний з тим, що в процесі подрібнення на розкидач

бітера намотується шпагат. Це спричиняє до вимушених зупинок задля очищення бітера від залишків шпагату.

Для виключення намотування шпагату на розкидач бітера трироторий бітер заміняємо на двороторий і замість верхнього бітера ставимо зчісувач шпагату у вигляді гребінки. Барабани ротора виконуємо більшого діаметра зі спеціальними ножами та чистиками.



Рисунок 3.1 - Розкидач підстилки PBC-1500

### Параметри рулону, що подрібнюється

- діаметр рулону.....(1450+100) - (1800+100) мм
- висота рулону.....(1200+100) - (1500+100) мм
- щільність рулону..... (80 – 400) кг/ м<sup>3</sup>
- маса рулону, не більше.....600 кг
- вологість, не більше.....55%

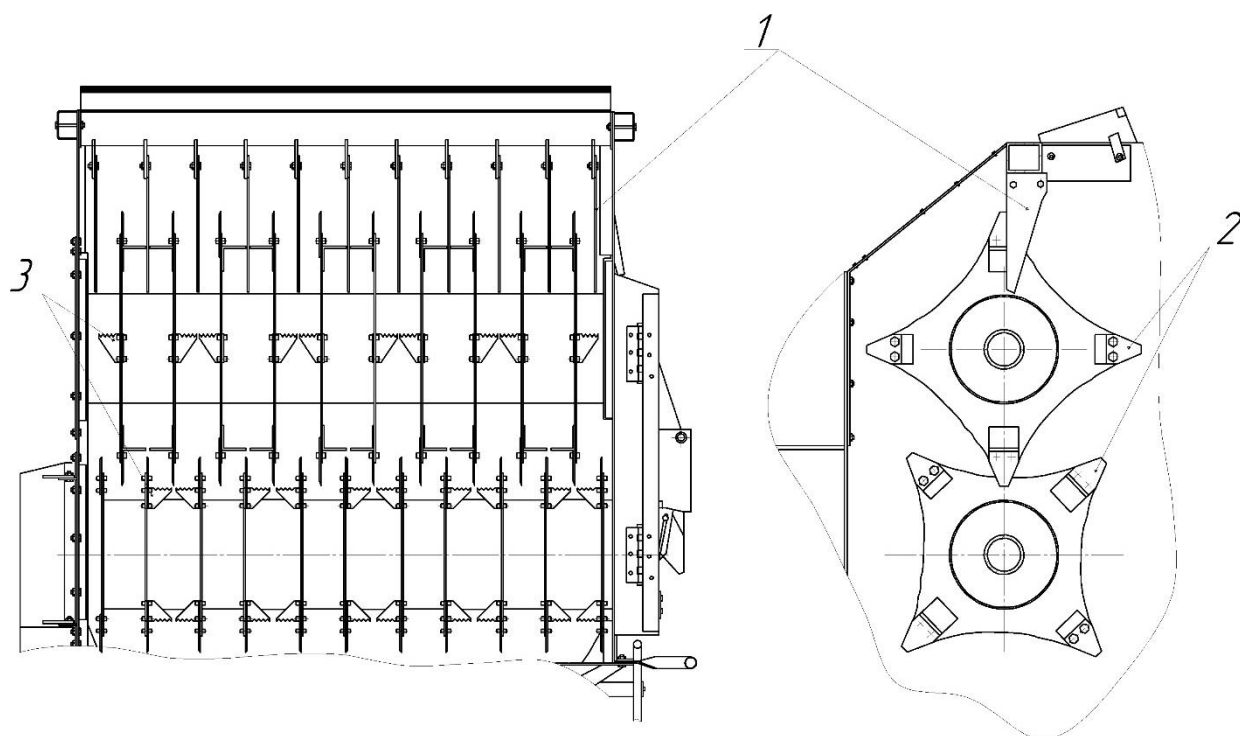


Рисунок 3.5 – Робочі органи удосконаленого розкидача УВС-1500:

1 – гребінка; 2 – ніж; 3 – зчісувач

Одним з головних показників розкидача, є показник надійності технологічного процесу.  $K_{т.н.}$  визначається з урахуванням сумарних витрат часу на усунення відмов  $T_{то}$  за час роботи  $T$ :

$$K_{т.н.} = \frac{T}{T + T_{то}}, \quad (3.1)$$

$T_{т.о.ш.}$  - забивання вивантажувального кидалки;

$T_{т.о.з.}$  - затуплення ножів ріжучих органів;

$T_{т.о.н.}$  - намотування шпагату на робочі органи ріжучих барабанів;

$T_{т.о.о.}$  - зупинка ріжучих барабанів через перевантаження двигуна;

$T_{т.о.п.}$  - влучення великих сторонніх предметів в измельчитель.

$$K_{т.н} = \frac{T}{T + T_{т.о.ш} + T_{т.о.з} + T_{т.о.н} + T_{т.о.о} + T_{т.о.п}}, \quad (3.2)$$

Коефіцієнт надійності технологічного процесу базової машини перебуває в межах 0,5 . . . 0,66.

Розрахувати цей коефіцієнт для проектованої машини ми не можемо через відсутність експериментальних даних. Але він буде вище через зменшення ймовірності намотування шпагату на робочі органи, зупинки ріжучих барабанів через перевантаження двигуна. Також зменшується ймовірність забивання агрегату здрібненою масою через підвищення якості здрібнювання. Тому коефіцієнт технологічної надійності агрегату із пропонованою конструкцією подрібнюючого апарату повинен бути в межах 0,7 . . . 0,85.

### 3.4 Розрахунки основних елементів удосконалення

Нормальну силу різання визначимо по формулі

$$N = q \cdot \Delta S, \quad (3.3)$$

де  $q$ - питомий тиск, Н/м;

$\Delta S$  - довжина активної частини леза, м  $\Delta S = 0,062$  м.

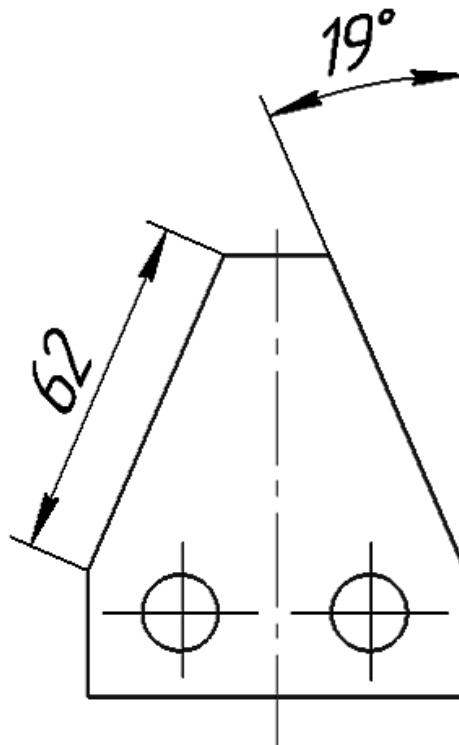


Рисунок 3.6 – основні розміри ножа подрібнюючого барабану

$$N = 5 \cdot 0.062 = 0.31 \text{кН}$$

Сила різання на один ніж визначається по залежності

$$P_{рез}^1 = N \cdot \sin \alpha , \quad (3.4)$$

Тоді одержимо

$$P_{рез}^1 = 0,31 \cdot \sin 19^\circ = 0,09 \text{кН.}$$

Сумарну силу різання визначаємо з обліком того, що кут охопту барабана матеріалом становить  $120^\circ$ . Отже, число ножів, що бере участь у процесі різання на одному барабані, рівняється 48.

Тоді сила різання ножів, що бере участь у різанні визначається як

$$P_{\Sigma}^1 = P_{рез}^1 \cdot n, \text{кН} , \quad (3.5)$$

де  $n$ -число ножів, що брав участь у процесі різання.

$$P_{рез}^1 = 0,09 \cdot 48 = 4,32 \text{кН}$$

Для другого барабану сила різання визначається аналогічно.

$$P_{\Sigma} = 2 \cdot P_{рез}^1, \text{кН} \text{ і складе } 8,64 \text{кН.}$$

$$M_{кр}^1 = P_{\Sigma}^1 \cdot r_{к} \text{Н} \cdot \text{м}, \quad (3.6)$$

де  $r_{к}$  - радіус барабана,  $r_{к} = 228$  мм.

$$M_{кр}^1 = 4320 \cdot 0,228 = 1080 \text{Н} \cdot \text{м.}$$

$$M_{кр}^{\Sigma} = M_{кр}^1 \cdot 2, \text{Н} \cdot \text{м} \quad (3.7)$$

Тоді, сумарний крутний момент буде рівний

$$M_{кр}^{\Sigma} = 1080 \cdot 2 = 2160 \text{Н} \cdot \text{м.}$$

Визначимо вихідний діаметр вала барабана по формулі

$$d_{вал} = \sqrt[3]{\frac{10^3 \cdot M_{кр}^1}{0,2 \cdot [\tau]}}, \text{мм} \quad (3.8)$$



де  $[\tau] = 50 \dots 70 \text{ МПа}$  - допустиме напруження на скручування.

Тоді діаметр вала буде рівний

$$d_{\text{вал}} = \sqrt[3]{\frac{10^3 \cdot 1080}{0,2 \cdot 50}} = 48,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $d_{\text{вал}} = 50 \text{ мм}$ .

Побудуємо епюри поперечних сил і згинальних моментів для валу барабана, для цього складемо розрахункову схему (рис. 3.7).

Розподілене навантаження, яке діє на барабан буде рівним:

$$q = \frac{M_{\text{кр}}^1}{l} = \frac{1080}{1,8} = 600 \text{ Н/м} \quad (3.9)$$

де  $l$  – довжина барабану між опорами, м.

З умови рівноваги визначаємо реакції опор:

$$R_A = R_B = \frac{ql}{2} = \frac{600 \cdot 1,8}{2} = 540 \text{ Н} \quad (3.10)$$

$$Q(x) = R_A - qx \quad (3.11)$$

$$Q(x) = R_A = \frac{ql}{2} = \frac{600 \cdot 1,8}{2} = 540 \text{ Н} \quad (3.12)$$

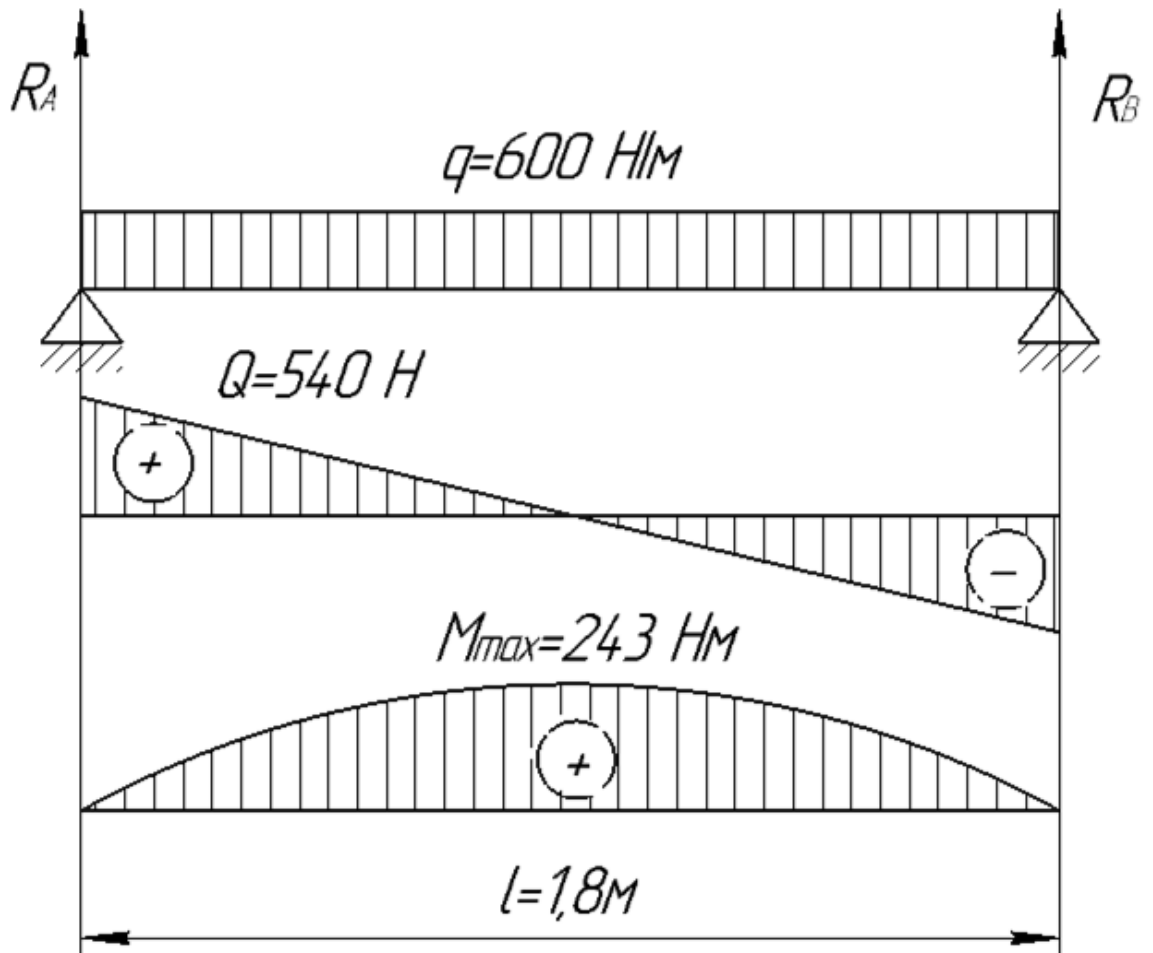


Рисунок 3.7 – Схема до визначення сил та моментів

$$Q(x) = -R_B = -\frac{ql}{2} = -\frac{600 \cdot 1,8}{2} = -540\text{ H} \quad (3.13)$$

Епюра для поперечної сили наведена на рис. 3.7.

$$M(x) = R_A x - \frac{qx^2}{2} \quad (3.14)$$

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} = \frac{600 \cdot 1,8^2}{8} = 243\text{ Hm} . \quad (3.15)$$

Для добору перетину балки необхідне виконання умови:

$$W_{\max} \geq \frac{M_{\max} \cdot 10^{-6}}{[\sigma]} = \frac{243 \cdot 10^{-6}}{240} = 0,1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \quad (3.16)$$

де  $[\sigma]$  – припустимий опір вигину, МПа. Для сталі 45  
Для вала барабана, згідно з розмірами:

$$W_{\text{в}} = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,05^3}{4} = 9,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3. \quad (3.17)$$

Отже, вал витримує напруження вигину, і є повністю працездатним.

Потужність на привід барабану буде рівна

$$N = M_{\text{кр}}^1 \omega = 0,25 M_{\text{кр}}^1 \frac{\pi n}{30} = 0,25 \cdot 1080 \frac{3,14 \cdot 557}{30} = 15,7 \text{ кВт}. \quad (3.18)$$

де  $n$  - частота обертання вала, об/хв.  $n=557$  об/хв.

Для двох барабанів –  $N=31,4$  кВт, що задовільняє характеристикам трактора класу 1,4.

Розрахунки підшипника з умови довговічності роботи.

Вихідні дані:  $F_{\text{зб}}$  і  $F_{\text{зв}}$  - радіальне навантаження;  $X$ - коефіцієнт радіального навантаження;  $V$ - коефіцієнт обертання.

Радіальне навантаження визначимо по залежності

$$F_{\text{зб}} = \frac{P_{\Sigma}^1}{2} = \frac{4,32}{2} = 2,16 \text{ кН} \quad (3.19)$$

$X=1$

$V=1,2$ - при нерухливим внутрішньому кільці, стосовно напрямку навантаження.

Визначимо еквівалентне динамічне навантаження по формулі

$$P_r = x \cdot V \cdot F_{z6} \cdot \kappa_g \cdot \kappa_T \quad (3.20)$$

де:  $\kappa_g = 1.1$  - коефіцієнт, що враховує динамічність зовнішнього навантаження;

$\kappa_T = 1$  - коефіцієнт, що враховує динамічність зовнішнього навантаження від впливу температури.

Тоді еквівалентне динамічне навантаження буде рівне

$$P_r = 1 \cdot 1,2 \cdot 2,16 \cdot 1,1 \cdot 1 = 2851,2H$$

Визначимо еквівалентне навантаження по формулі

$$P_{Гср} = P_r \cdot \kappa, H \quad (3.21)$$

де:  $\kappa$  - коефіцієнт враховуючий зміна зовнішнього навантаження, до=1,05.

Підставивши значення коефіцієнта зовнішнього навантаження ( $\kappa$ ) у формулу (3.17) одержимо

$$P_{Гср} = 2851,2 \cdot 1,05 = 2993,76H$$

Визначимо динамічну радіальну вантажопідйомність:  $C=81,9$  кН.

Розрахуємо довговічність підшипника по формулі:

$$L_{розр}^h = \frac{10^6 \left( \frac{C}{P_{Гср}} \right)^p}{60 \cdot n}, \text{ год.} \quad (3.22)$$

де  $n$  - частота обертання вала, об/хв.  $n=557$  об/хв.

$P=3$  - для кулькових підшипників.

Тоді підставивши значення ( $n$ ) і ( $P$ ) одержимо

$$L_{розр}^h = \frac{10^6 \cdot \left(\frac{81900}{2993.76}\right)^3}{60 \cdot 557} = 10157 \text{ год.}$$

За умовою  $L_{расч}^h \gg L_h$ ,  $L_h = 10000$  годин, отже, умова виконується  $10157 > 10000$ .

### 3.5 Висновки

В цьому розділі нами запропоновано удосконалення розкидача підстилки РВС-1500, яке полягає у тому, що для виключення намотування шпагату на розкидач бітера трироторийний бітер заміняємо на двороторийний і замість верхнього бітера ставимо зчісувач шпагату у вигляді гребінки, барабани ротора виконуємо більшого діаметра зі спеціальними ножами та чистиками. Це дозволить підвищити коефіцієнт технологічної надійності агрегату на 15...20%. В наступному розділі проведемо розробку заходів з охорони праці.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 4.1 Загальні вимоги

Охорона праці на молочних фермах ВРХ базується на законодавчих актах України, що регулюють умови праці та забезпечення безпеки працівників. Згідно з Кодексом законів про працю України, керівники підприємств зобов'язані створити безпечні та здорові умови праці, забезпечити належний рівень захисту працівників від травматичних та професійних захворювань. Відповідно до Правил охорони праці під час обслуговування тварин на фермах, працівникам слід дотримуватися правил безпеки взаємодії з тваринами, використовувати засоби індивідуального захисту.

Не менш важливою є дотримання санітарних та гігієнічних норм, що регулюють процеси очищення, обробки та зберігання молока. Для забезпечення безпеки та запобігання аваріям на фермах важливо дотримуватися вимог пожежної безпеки, які встановлені відповідно до відповідних нормативно-правових актів України. Такий підхід дозволяє забезпечити високий рівень охорони праці на молочних фермах ВРХ та забезпечити безпеку та благополуччя працівників.

Охорона праці на лінії прибирання гною на молочних фермах ВРХ базується на законодавчих актах та правилах, які регулюють умови праці та забезпечують безпеку працівників. Згідно з Кодексом законів про працю України, керівники підприємств зобов'язані створити безпечні умови праці, що включає в себе і операції з прибирання гною.

Пункт 3.1 Правил виробничого санітарно-гігієнічного оцінювання робочого середовища на підприємствах, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України, встановлює вимоги до умов праці під час прибирання гною. Засоби механізації, які використовуються для прибирання гною, повинні відповідати технічним стандартам та безпеці працівників, зокрема, вони мають бути забезпечені системами безпеки та автоматичними блокуваннями для уникнення травматичних ситуацій. Дотримання цих вимог дозволить забезпечити безпечні

умови праці на лінії прибирання гною та запобігти можливим аваріям або травмам працівників.

Також важливою частиною охорони праці на лінії прибирання гною є правильне навчання та інструктаж персоналу з правил безпеки та коректного використання обладнання. Працівники повинні мати доступ до засобів індивідуального захисту, таких як захисні каски, респіратори, захисні окуляри та рукавиці. Крім того, відповідно до Закону України "Про пожежну безпеку", на підприємствах мають бути встановлені необхідні протипожежні заходи та засоби, а також проводиться регулярні перевірки систем пожежогасіння. Надійна організація робочого простору та чітка сигналізація допоможуть уникнути нещасних випадків та забезпечити безпечну роботу на лінії прибирання гною на молочних фермах ВРХ.

#### **4.2 Інструкція з охорони праці при роботі з розкидачем-видувачем соломяної підстилки**

Інструкція з охорони праці при роботі з розкидачем-видувачем соломяної підстилки має на меті забезпечення безпеки працівників під час експлуатації цього обладнання. Ось загальний варіант такої інструкції:

1. Перед використанням розкидача-видувача переконайтеся, що всі працівники пройшли навчання з правил безпеки та отримали інструктаж з роботи з цим обладнанням.
2. Перед початком роботи перевірте, чи всі частини розкидача належним чином закріплені і справні. У разі виявлення будь-яких пошкоджень або неполадок негайно повідомте керівництво.
3. Носіть засоби індивідуального захисту, такі як захисні каски, окуляри, рукавиці та взуття під час роботи з розкидачем для уникнення травм.
4. Під час роботи уникають використання вільних одягу, волосся або прикрас, які можуть потрапити в рухомі частини обладнання. Уникайте роботи поблизу рухомих деталей.

5. Не дозволяйте знаходитися неповнолітнім або некваліфікованим працівникам поруч із розкидачем під час роботи.

6. Перед кожною робочою зміною перевіряйте розкидач на наявність залишків матеріалів, засмічення або пошкоджень.

7. Перед обслуговуванням або ремонтом розкидача переконайтеся, що він повністю вимкнений та знятий з джерела живлення.

8. Проводьте регулярне технічне обслуговування та перевірки розкидача відповідно до виробником рекомендованих графіків та процедур.

9. У разі будь-яких аварійних ситуацій або травм негайно повідомляйте відповідних керівників та викликайте швидку допомогу.

Ця інструкція призначена для забезпечення безпеки під час роботи з розкидачем-видувачем соломяної підстилки та має бути суворо дотримана всіма працівниками, які працюють з цим обладнанням.

### **4.3 Висновки**

Системний підхід до охорони праці на фермі ВРХ, що включає дотримання законодавчих вимог, організацію навчання, забезпечення ЗІЗ, технічну безпеку та профілактичні заходи, є необхідною умовою для створення безпечних і здорових умов праці, що, в свою чергу, сприяє підвищенню ефективності та стабільності виробничого процесу.



## 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

### 5.1 Вихідні дані

У даному розділі порівнюється базова та проєктована технологічні лінії видалення гною на молочнотоварній фермі. У базовому варіанті використовуються розкидач підстилки РВС-1500, скреперні установки УС-Ф-250 для видалення гною з приміщень, а транспортування до місця переробки здійснюється причепом-самоскидом 2 ПТС-4-887Б в агрегаті з трактором МТЗ-82. Прискорене біотермічне компостування здійснюється за допомогою аератора буртів Aeromaster PT-120.

У проєктованому варіанті передбачається використання удосконаленого розкидача підстилки РВС-1500М, а інші технічні засоби лінії залишаються незмінними. Оскільки проєктований та базовий варіанти ліній видалення гною відрізняються лише розкидачами солом'яної підстилки, порівняння буде здійснюватися за показниками роботи цього обладнання.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані до розрахунку економічних показників

Вихідні дані	Варіанти	
	базовий	проєктний
Річний об'єм робіт, т	250	250
Потужність на привід, кВт	31,4	31,4
Час продуктивної роботи на добу, год.	1,95	1,95
Час внесення підстилки на добу, год.	0,675	0,675
Коефіцієнт технологічної надійності	0,6	0,8
Загальний час роботи на добу, год.	3,25	2,4
Вартість, грн.	157800	180160
в т.ч. переобладнання розкидача	-	22360

## 5.2 Розрахунок показників економічної ефективності

Ми будемо порівнювати базову та удосконалену технології за питомими експлуатаційними витратами. Для цього ми виконаємо розрахунки згідно з методиками та рекомендаціями, наведеними в літературних джерелах [3, 4].

Отримані результати показників економічної ефективності зводимо в таблицю 5.2 та приводимо на аркуші графічної частини проекту.

Таблиця 5.2 – Техніко-економічні показники

Показники	Варіанти	
	Базовий	Проектний
Річний об'єм робіт, т	250	250
Потужність на привід, кВт	31,4	31,4
Час продуктивної роботи на добу, год.	1,95	1,95
Час внесення підстилки на добу, год.	0,675	0,675
Коефіцієнт технологічної надійності	0,6	0,8
Загальний час роботи на добу, год.	3,25	2,4
Коефіцієнт використання	0,405	0,3
Вартість, грн.	456200	503150
Питомі річні експлуатаційні витрати, грн/т.	688,71	614,57
в тому числі:		
- заробітна плата з нарахуваннями	332,15	245,28
- витрати на ПММ	256,2	258,6
- амортизація	36,50	40,25
- ремонт та ТО	63,87	70,44
Прямі річні експлуатаційні витрати, грн.	172179	153643,25
Додаткові капіталовкладення, грн.	-	46950
Річний економічний ефект, грн.	-	18535,25
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	-	2,5

### 5.3 Висновки

В даному розділі ми провели техніко-економічні розрахунки по операції внесення підстилки в проєктованій лінії видалення гною, а саме: оплати праці робітників, загальні експлуатаційні витрати, визначили величину додаткових капіталовкладень та річний економічний ефект від впровадження нашої розробки.

Порівнюючи економічні показники операції внесення підстилки (табл.5.2) можна зробити висновок, що застосування розробленої нами машини для внесення солом'яної підстилки хоч і несе в собі дещо більші капіталовкладення, але експлуатаційні витрати для запропонованого нами варіанту менші, ніж для базового. За рахунок цього отримується річний економічний ефект, який становить 18535,25 грн. За таких умов строк окупності додаткових капіталовкладень, необхідних для впровадження розробки, становить 2,5 року.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті були отримані наступні результати.

1. Спроектовано лінію видалення гною на існуючому підприємстві, підібрано тип та розраховано кількість засобів механізації для цієї лінії, а саме: внесення солом'яної підстилки виконуємо за допомогою розкидача підстилки РВС-1500, гній з приміщень видаляємо скреперними установками УС-Ф-250, а його транспортування до місця переробки виконуємо причепом-самоскидом 2 ПТС-4-887Б в агрегуванні з трактором МТЗ-82, прискорене біотермічне компостування виконуємо за допомогою аератора буртів Aeromaster РТ-120.

2. Запропоновано удосконалення розкидача підстилки РВС-1500, яке полягає у тому, що для виключення намотування шпагату на розкидач бітера три-роторний бітер замінюємо на двороторний і замість верхнього бітера ставимо зчісувач шпагату у вигляді гребінки, барабани ротора виконуємо більшого діаметра зі спеціальними ножами та чистиками. Це дозволить підвищити коефіцієнт технологічної надійності агрегату на 15...20%.

3. Розглянуто питання організації охорони праці на підприємстві, вимоги безпеки праці до працівників та обладнання при роботі з прийнятим обладнанням.

4. Застосування удосконаленої нами машини для внесення солом'яної підстилки хоч і несе в собі дещо більші капіталовкладення, але експлуатаційні витрати для запропонованого нами варіанту менші, ніж для базового. За рахунок цього отримується річний економічний ефект, який становить 7192,5 грн. За таких умов строк окупності додаткових капіталовкладень, необхідних для впровадження розробки, становить 3,2 року.

Аналіз проведених розрахунків дозволяє зробити висновок про те, що запропонована нами розробка машини для внесення солом'яної підстилки має значні економічні переваги в порівнянні з існуючим обладнанням. Виходячи з цього результати проведених розрахунків можна впроваджувати на подібних підприємствах, а розроблене обладнання пропонувати до впровадження у виробництво.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. ВНТП-АПК-01.05. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми)// Міністерство аграрної політики України (Мінагрополітики України) // Київ – 2005.
2. Машина для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
3. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навч. посібник для студентів вищ. агр. закладів освіти 3 - 4 рівнів акредитації за спец. «Механізація сіл. госп – ва» (спеціалізація «Механізація тваринництва») /І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук та ін.; за ред. І.І. Ревенка. – К.: Урожай, 1999, - 199 с.
4. 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.
5. Нова сільськогосподарська техніка/ В.А.Ясенецький, В.С.Куліш, М.П. Мечта та ін.; За ред. В.А.Ясенецького. – К.: Урожай, 1991. – 320 с.
6. Машина для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
7. Сайт фірми «GEA Farm Technologies» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.gea-farmtechnologies.com/>, вільний. - Загл. з екрана. - Яз. укр., англ.
8. Сайт фірми DeLaval [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.delaval.ru/>, вільний. - Загл. з екрана. - Яз. рос.
9. Мазур Г.А. Підвищення родючості кислих ґрунтів. К.: Урожай, 1984. – 175 с
10. Погорілий Л.В., Єрмоленко В.О. Загальні концепції створення біоко-нверсного комплексу // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конфе-

ренції „Випробування, прогнозування і адаптація до виробничих умов вітчизняної та зарубіжної техніки і технології для рослинництва та тваринництва». – Дослідницьке: УкрНДПВТ. – 1995 – С. 171

11. Гранично допустимі концентрації \ГДК\ та орієнтовні безпечні рівні діяння \ОБРД\ забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць/Міністерство екології та природних ресурсів України.

12. ДСТУ 4397: 2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 15 с.

## ДОДАТКИ

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

## **Розробка технологічного процесу видалення гною на молочній фермі з розробкою розкидача підстилки**

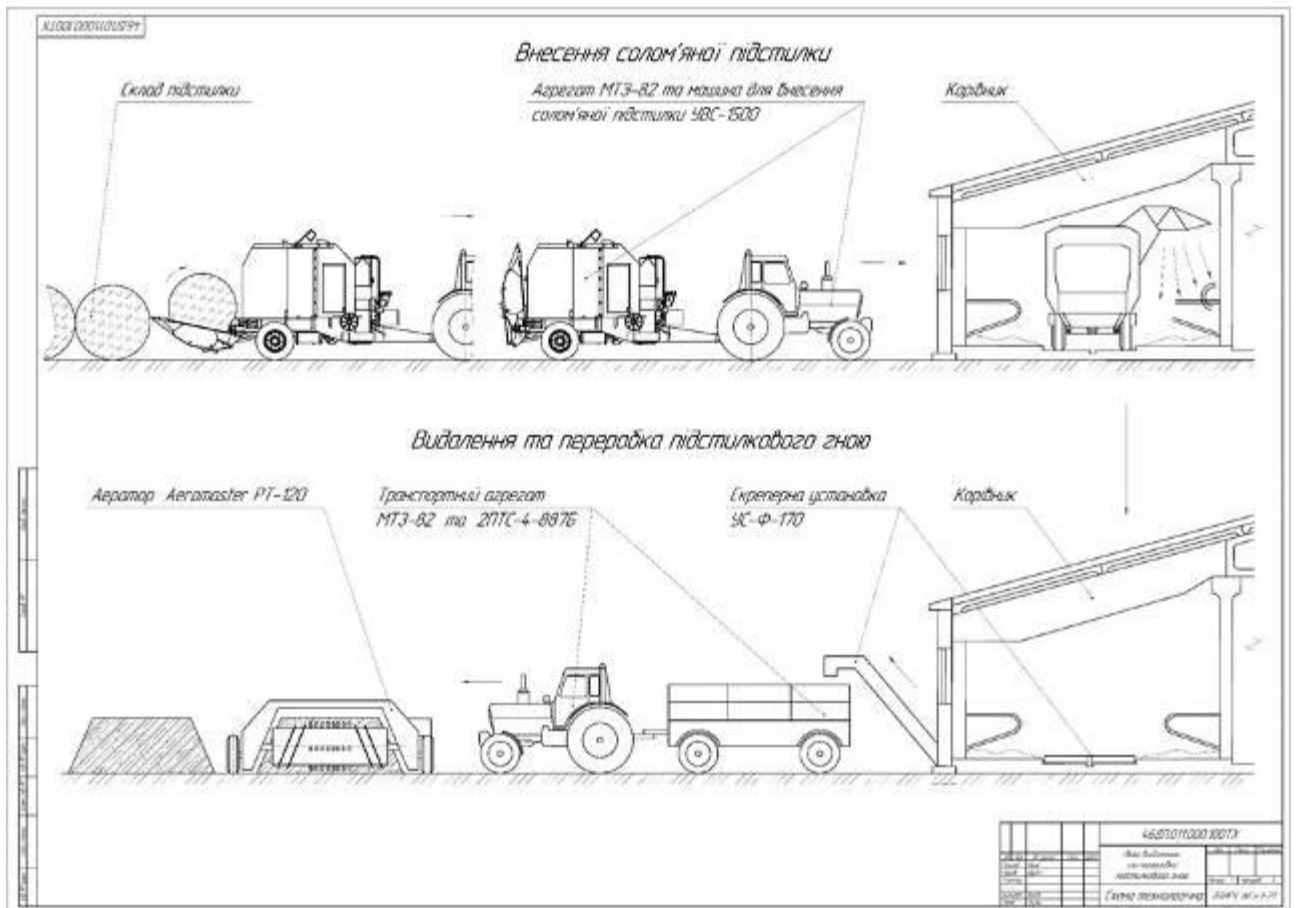
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

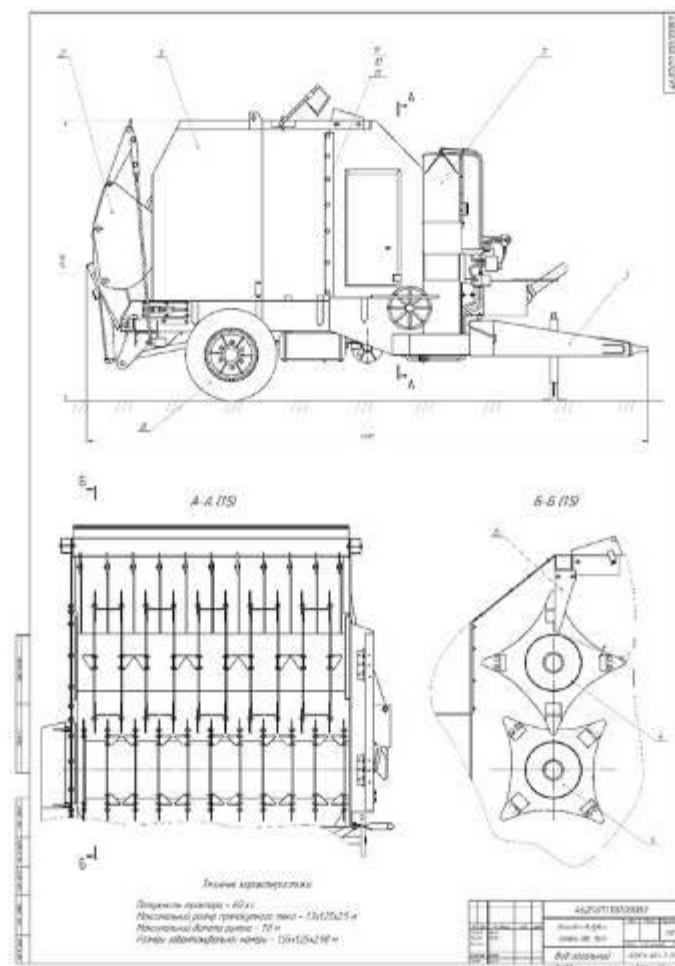
Виконав: студент 5 курсу, групи АІСз-1-21  
Яцик Олексій Сергійович

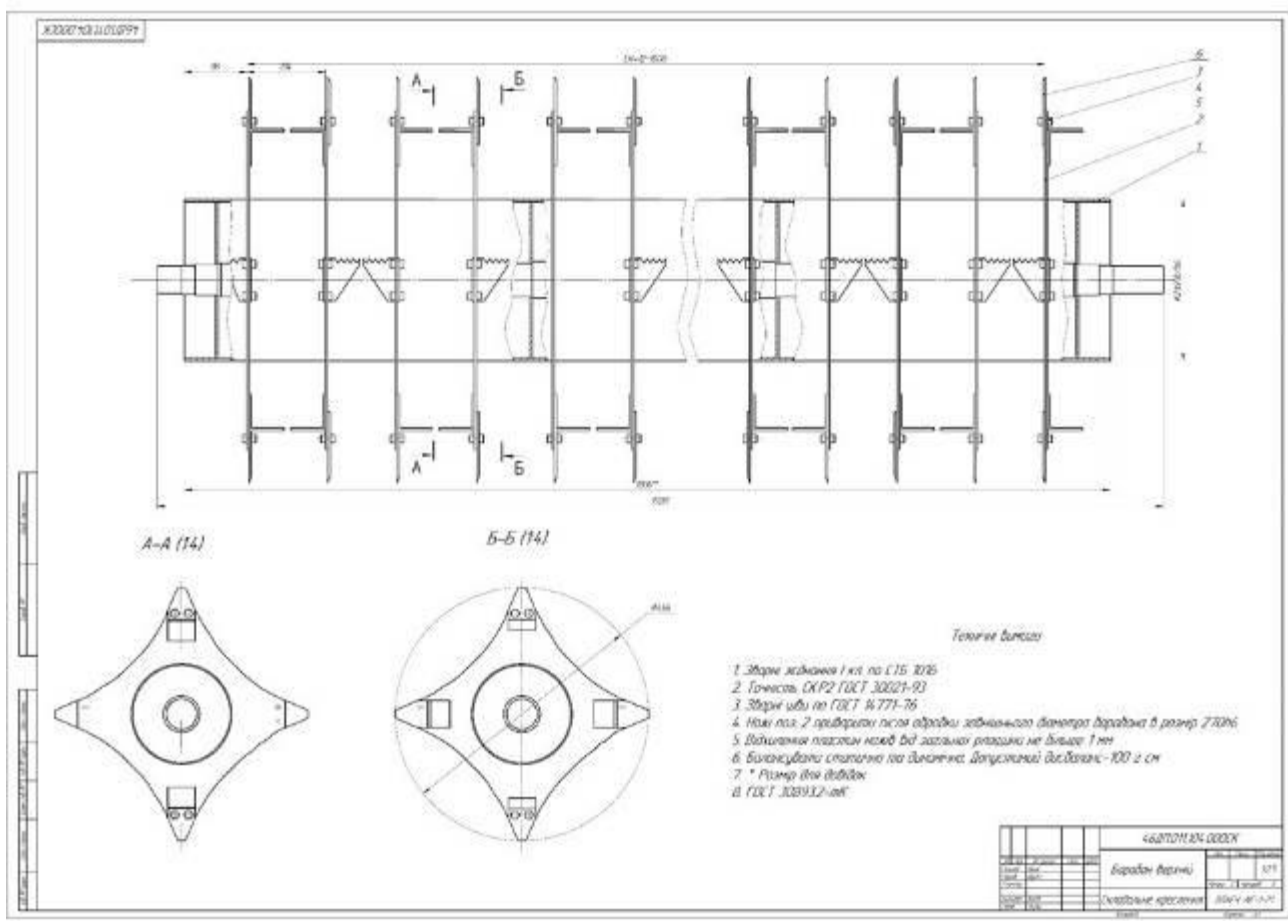
Керівник: к.т.н., доцент  
Дудін Володимир Юрійович

Дніпро-2024

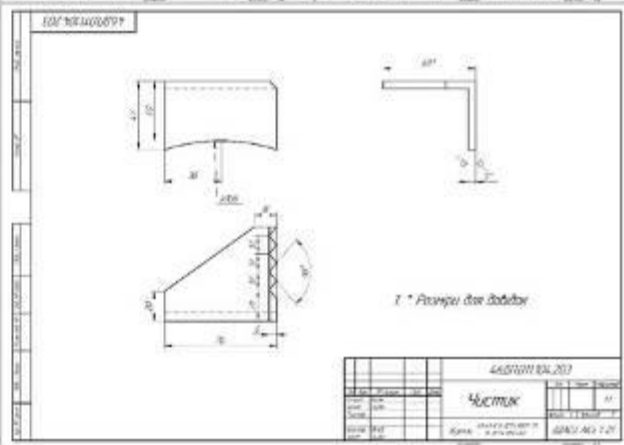
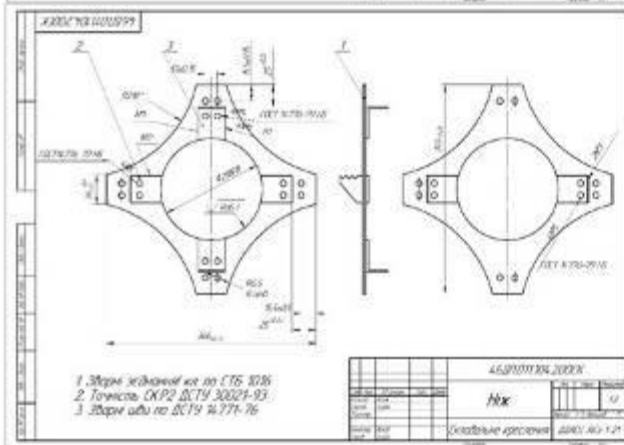
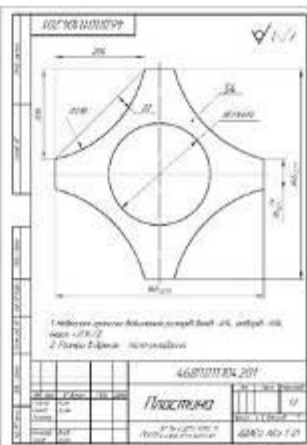
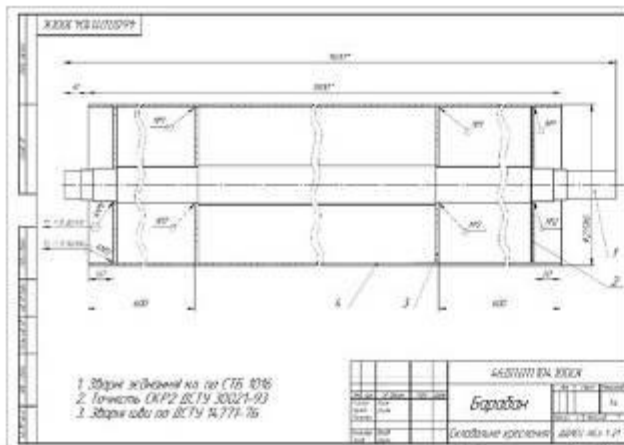








46870114.00001			
№ зм.	№ д.	№ к.	№ п.
1	1	1	1
Виробник (фірма)		№ докум.	ЛР
Львівський завод		№ докум.	ЛР
Львівський завод		№ докум.	ЛР



Показники	Варіанти	
	Базовий	Проектний
Річний об'єм робіт, т	250	250
Потужність на привід, кВт	31,4	31,4
Час продуктивної роботи на добу, год.	1,95	1,95
Час внесення підстилки на добу, год.	0,675	0,675
Коефіцієнт технологічної надійності	0,6	0,8
Загальний час роботи на добу, год.	3,25	2,4
Коефіцієнт використання	0,405	0,3
Вартість, грн.	456200,00	503150,00
Питомі річні експлуатаційні витрати, грн/т.	688,71	614,57
в тому числі:		
- заробітна плата з нарахуваннями	332,15	245,28
- витрати на ПММ	256,2	258,6
- амортизація	36,50	40,25
- ремонт та ТО	63,87	70,44
Прямі річні експлуатаційні витрати, грн.	172179,00	153643,25
Додаткові капіталовкладення, грн.	-	46950,00
Річний економічний ефект, грн.	-	18535,25
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	-	2,5

КАЛЬКУЛЯЦІЯ ЦІНИ			
№	Назва	Єдиниця виміру	Ціна
1	Зарплата	грн/год	
2	Витрати на ПММ	грн/год	
3	Амортизація	грн/год	
4	Ремонт та ТО	грн/год	
5	Прямі витрати	грн/год	
6	Додаткові витрати	грн/год	
7	Економічний ефект	грн/год	
8	Витрати на добу	грн/добу	
9	Вартість	грн	
10	Витрати на тону	грн/т	
11	Ефект на тону	грн/т	
12	Строк окупності	років	





