

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Обґрунтування технологічного процесу  
прибирання гною на фермі великої рогатої худоби**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГМ-3-20

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Ріпний Владислав Олегович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Гаврильченко Олександр Степанович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2021

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

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві  
Освітній ступінь: «Магістр»  
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

МВПТ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Ріпний Владислав Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування технологічного процесу прибирання гною на фермі великої рогатої худоби

:

керівник роботи Гаврильченко Олександр Степанович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від  
«17» листопада 2021 року № 3539

2. Строк подання студентом роботи 07.12.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Стан питання процесів та обладнання для видалення гною, порівняння способів утримання. Періодична наукова література, патентні бази даних, нормативні документи гігієні корівників.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз технологій та технічних засобів прибирання гною з корівників. 2. Розробка конструктивно-технологічної схеми очищувача та обґрунтування його параметрів. 3. Теоретичні дослідження процесу очищення стійл від гною. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5. Економічне обґрунтування технологічного процесу видалення гною на фермі ВРХ. Загаль-

:

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. Аналіз (4 аркуші, А4). 2. Теоретичні дослідження (3 аркуші, А4). 3. Експериментальні дослідження (1 аркуш, А4). 4. Охорона праці (1 аркуш, А4). 5. Економічні показники (1 аркуш, А4). 6. Висновки (1 аркуш, А4)

:

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Гаврильченко О.С., доцент		
2	Гаврильченко О.С., доцент		
3	Гаврильченко О.С., доцент		
4	Кравець В.В., доцент		
5	Вініченко І.І., професор		
Нормоконтроль	Гаврильченко О.С., доцент		

7. Дата видачі завдання: 10.10.2021 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.10.2021 р.	
2	Теоретичний	до 20.10.2021 р.	
3	Експериментальний	до 09.11.2021 р.	
4	Охорона праці	до 19.11.2021 р.	
5	Економічний	до 26.11.2021 р.	
6	Демонстраційна частина	до 30.11.2021 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Ріпний В.О. \_\_\_\_\_ .

( прізвище та ініціали )

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Гаврильченко О.С. \_\_\_\_\_ .

( прізвище та ініціали )



За-	Дудін				ЕУ
-----	-------	--	--	--	----

## АНОТАЦІЯ

Ріпний В.О. Обґрунтування технологічного процесу прибирання гною на фермі великої рогатої худоби / Випускова кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація тваринництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2021.

У першому розділі дипломної роботи проведено аналіз способів способів утримання ВРХ, технологій та технічних засобів прибирання гною та очищення стійл. У другому розділі обґрунтовано конструктивні параметри очищувача стійл, визначено основні режимні параметри. У третьому розділі викладено результати теоретичних досліджень потужності на привід розробленого очищувача. Потім проведено розробку заходів з охорони праці для вказаної машини. Кінцевим етапом була оцінка економічної ефективності застосування розробленого пристрою у складі технологічного процесу видалення гною на фермі ВРХ.

**Ключові слова:** гній, очищувач стійл, щітка, лопать, енергоємність.

Розробка конструктивно-технологічної схеми очищувача стійл / Ріпний В.О.// Інжиніринг агропромислового виробництва: матеріали Всеукр. наук.-практ. студ. конф. (1-2 грудня 2021 р., м. Дніпро). – Дніпро: ДДАЕУ, 2021. – 18-20 с.

## ЗМІСТ

Вступ	7
1 Аналіз технологій та технічних засобів прибирання гною з корівників	9
1.1 Способи утримання корів та їх аналіз	9
1.2 Аналіз технологічного процесу прибирання гною скребковими транспортерами	15
1.3 Класифікація та аналіз засобів механізації очищення стійл	22
1.4 Висновки	29
2 Розробка конструктивно-технологічної схеми очищувача та обґрунтування його параметрів	32
2.1 Розробка конструктивно-технологічної схеми очищувача стійл	32
2.2 Визначення конструктивно-режимних параметрів очищувача	34
2.3 Визначення довжини ворсини, діаметра барабана та швидкості руху частки	38
2.4 Траєкторія руху пучка ворсин	44
2.5 Висновки	51
3 Теоретичні дослідження процесу очищення стійл від гною	52
Висновки	57

4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	58
4.1	Загальні визначення та поняття	58
4.2	Аналіз факторів виробничого середовища процесу видалення гною	60
4.3	Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів при видаленні гною	61
4.4	Правила безпечного виконання робіт при видаленні гною	63
4.5	Порядок дій при виникненні надзвичайної ситуації	64
4.6	Висновки	66
5	Економічне обґрунтування технологічного процесу видалення гною на фермі ВРХ	67
	Висновки	72
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	73
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	74
	ДОДАТКИ	

## ВСТУП

Тваринництво – одна з провідних галузей сільськогосподарського виробництва, яка на сучасному етапі залишається найбільш трудомісткою та найменш механізованою щодо багатьох технологічних операцій. Причина цього в тому, що доводиться мати справу з тваринами, одержання продукції від яких пов'язане з вирішенням цілого комплексу не лише технічних, а й технологічних, біологічних, фізіологічних та інших проблем.

Переведення тваринництва на промислову основу висуває нові вимоги до машин і змушує по-новому вирішувати багато питань механізації, найчастіше створювати нову машинну технологію вирощування та утримання тварин. Це можливо лише на основі докорінного поліпшення умов утримання тварин, підтримки оптимального мікроклімату у приміщеннях.

На мікроклімат тваринницького приміщення істотно впливає скупчення гною, що створює підвищену загазованість сірководнем, аміаком та іншими шкідливими речовинами. Несвоєчасне та неякісне прибирання гною сприяє розвитку мікробів та хвороботворних бактерій, які можуть призвести до захворювання не тільки тварин, а й людей, які вживають у їжу продукцію тваринництва (м'ясо, молоко та ін.).

Таким чином, своєчасне очищення стійл від гною є важливою запорукою нормального фізичного стану тварин, його продуктивності та якості продукції, що виробляється.

Процес очищення стійл - дуже трудомістка операція, яка займає майже половину всіх витрат на догляд за тваринами. Видалення гною з приміщень в даний час механізовано, однак, очищення стійл практично скрізь здійснюється вручну. Трудомісткість та недосконалість технології очищення стійл надає негативний вплив не тільки на виробництво продукції тваринництва, а й її собі-



вартість. Спроби механізації очищення стійл не досягли очікуваного результату.

В даний час розроблено різні пристрої для очищення стійл у вигляді додаткових скребків різної конфігурації та виконання, що закріплюються на тягові органи гноєприбиральних транспортерів типу ТСН, також існують комбіновані машини. На жаль, широкого поширення не отримав жоден очищувач з низки причин. Одні не відповідають сучасним зоотехнічним вимогам, ненадійні в роботі, інші збільшують вологість та гнойові стоки, погіршуючи екологічні умови, треті – надто складні, дорогі, вузькоспеціалізовані у використанні. Все це свідчить про те, що завдання створення та впровадження простих, надійних, малоенергоємних, продуктивних, мобільних та дешевих очисників стійл є дуже актуальним і потребує цілком певного рішення.

Мета роботи - зниження трудомісткості очищення стійл корівників від гною з обґрунтуванням конструктивно-режимних параметрів очищувача, що забезпечує високу якість виконання процесу очищення з найменшими витратами праці та енергії.

Об'єкт досліджень - процес очищення стійл корівників від гною очисником щіткового типу.

Предмет досліджень - закономірності, умови та режими очищення стійла від гною. Для досягнення поставленої мети було визначено завдання дослідження:

1. Провести аналіз існуючих технологій та засобів прибирання гною з корівників.
2. Запропонувати перспективну конструктивно-технологічну схему очищувача стійл корівників від гною та обґрунтувати його параметри.
3. Теоретично дослідити процес очищення стійл корівників від гною новим очисником.
4. Провести планування заходів з охорони праці технологічного процесу видалення гною.

5. Оцінити економічну ефективність застосування очищувача стійл від гною в технологічному процесі видалення гною.

## **1 Аналіз технологій та технічних засобів**

### **прибирання гною з корівників**

#### **1.1 Способи утримання корів та їх аналіз**

Для вирішення проблеми продовольчої безпеки нашої країни необхідно збільшення виробництва тваринницької продукції, тобто підвищення продуктивності худоби, що може бути здійснено за рахунок покращення його породних якостей, годівлі та утримання.

Умови утримання тварин, особливо мікроклімат, значною мірою впливають на продуктивність. На мікроклімат тваринницького приміщення суттєво впливає спосіб прибирання гною, який має мінімізувати загазованість, накопичення сірководню, аміаку та інших шкідливих речовин. Для виробництва тваринницької продукції промисловим способом розроблено низку типових науково обґрунтованих технологій,

кожна з яких розрахована на отримання найбільшого економічного ефекту стосовно конкретним природно-кліматичним умовам розміщення комплексу.

На сьогодні утвердилися два основні способи утримання корів: прив'язний та безприв'язний. Крім того, різновидом безприв'язного вмісту худоби є спосіб нефіксованого утримання корів у комбібоксах. Відносна ефективність однієї технології порівняно з іншою визначається, насамперед, тим, наскільки вона забезпечує збереження здоров'я (довголіття) та зростання продуктивності корів, зниження витрат праці.

Більше 80% корів на фермах України утримується на прив'язі. На прив'язі зазвичай утримують дійне стадо. Цей спосіб не вимагає високої кваліфікації працівників ферми, забезпечує більш щадні умови утримання тварин. Прив'язне утримання має такі недоліки: досі немає надійних автоприв'язей; довгі стійла - брудні корови, великі витрати ручного праці на очищення стійл, чи-

щення корів, розподіл підстилки. Дуже виснажлива праця доярки – перенесення доїльних апаратів, їх багаторазове підключення та відключення, підводи та ручне підмивання вимені. Об'єктивно поганий контроль за процесом доїння – внаслідок мастит.

Середнє навантаження одного працівника ферми – 13–15 голів, за кордоном 25–40 корів. За одним оператором доїння закріплюється група із 25–50 корів. У групі знаходяться тварини з різною продуктивністю, сухостійні, нетілі та маститні корови. Їх важко перегрупувати, а тим більше локалізувати, оскільки вони закріплені за конкретним оператором. Довгі молокопроводи (300 м), 120 стиків – важко їх добре промити, результат – важко забезпечити одержання високоякісного молока. Підсумок – загалом великі витрати ручної праці (4–6 люд. год./ц молока), непривабливість праці тваринника для освіченої сільської молоді. Прибирання гною зі стійл та внесення підстилки здійснюється скотарем вручну.

Але в порівнянні з безприв'язним способом утримання можна відзначити такі позитивні властивості прив'язного: більш тривалий термін продуктивного використання корів (4-5 лактацій проти 2,5-3,5 лактацій), так як при безприв'язному способі корови утримуються великими групами 100-150 голів і переміщуються по довгих скотопрогонах з металевими ґратами над поперечними магістральними каналами для збирання гною із секцій; корови тривалий час перебувають у гною в процесі поїдання кормів між збираннями гною скреперами, під час споживання води з напувалок, які розміщуються в поперечних проходах, з яких гній дуже рідко збирається вручну. Це викликає хворобу ніг копитною гниллю, ревматичне запалення, нариви підошви. Частка корів, які виводяться зі стада через захворювання копит, становить близько 8%.

Відсутність вигульних майданчиків та моціонів без впливу на тварин прямих сонячних променів знижує їхній імунітет. Жорстка підлога боксів через

неможливість щодня вносити в них підстилку. За даними ветеринара Джепа Дріссена (Голландія), одна година додаткового часу лежання здорової корови приносить додатково 1 л молока на добу. А для того, щоб корова хотіла багато відпочивати лежачи, місце відпочинку має бути зручним та м'яким. Важливо, щоб корова мала постійний доступ до теплої води. За даними проф. N. Rossow (Німеччина), у боксі з жорстким гумовим покриттям корова лежить на 6 годин менше. Але якщо вона лягла в такому боксі, то не хоче вставати через хворобливі відчуття у суглобах, і як наслідок, рідше йде пити воду та поїдати корм.

При безприв'язному утриманні відбувається збільшення міжрозтельного періоду з 365 до 400...440 днів (у середньому до 420 днів), що призводить до високої продуктивності корів за лактацію до більш низькою середньорічною, наприклад, з 7500 до 6500 кг, тобто у середньому на 1000 кг (12,5%). При прив'язному утриманні вищий вихід телят, тому необхідно продовжувати приділяти біль-

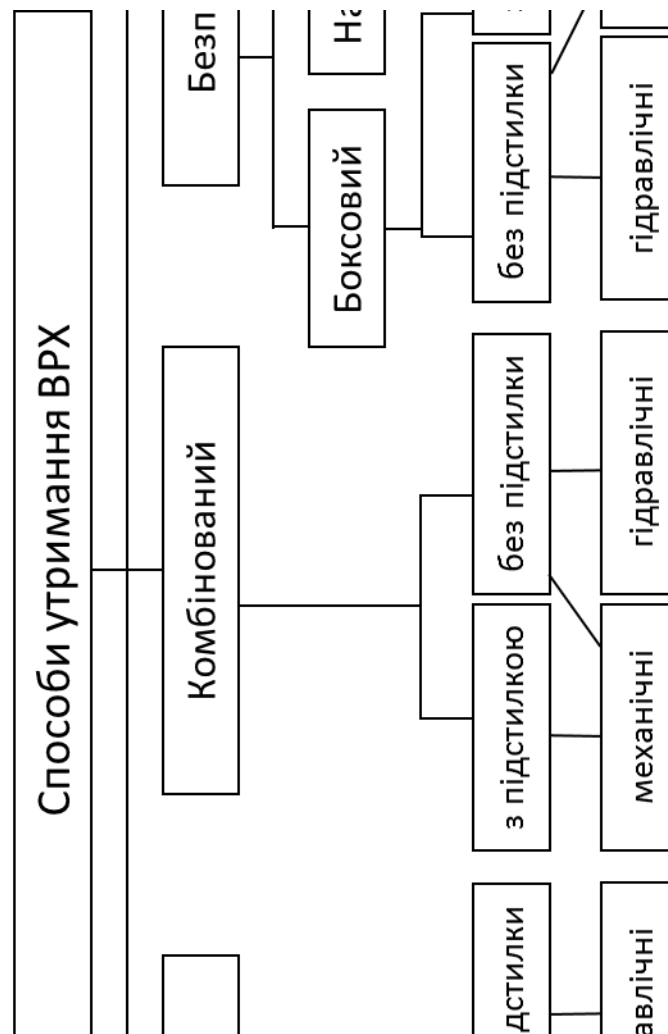
шу увагу вдосконаленню прив'язного способу утримання корів. Створення нової високопродуктивної техніки для такого способу утримання корів для умов України особливо актуально.

Існуючі механічні засоби видалення гною вимагають високої кваліфікації працівників, які виконують монтаж, недостатньо надійні, найчастіше виконані з дешевих, неякісних матеріалів. Все це веде до частих відмов окремих складових частин і системи гноевидалення в цілому. На їхнє усунення витрачаються значний час та матеріальні ресурси. Підвищення надійності, збільшення термінів служби робочих органів механізмів, що працюють в агресивному середовищі, науково обґрунтований вибір комплектів обладнання та технологій дозволить прискорити вирішення проблеми ефективного видалення гною.

Застосовуються два основних способи збирання гною з тваринницьких приміщень - механічний та гідравлічний. Використовують також комбінований спосіб, який поєднує в собі обое

названих. Механічна система представлена мобільними і стаціонарними засобами, що застосовуються для видалення гною, які можуть працювати як на рідкому, так і на твердому гною. Засоби для збирання гною з корівників класифікуються на основі способу утримання тварин (підстилкове та без підстилкове), додаткового застосування води в системах або безводного збирання (гідравлічні або механічні), за конструктивним виконанням, а також принципом дії (рис. 1.1).





Р и -  
с у н о к 1.1  
- К л а с и -  
ф і к а ц і я  
з а с о б і в  
п р и б и -  
р а н н я  
г н о ю

До механічних систем належать транспортери кругової (ланцюгово-скребкові) та зворотно-поступальної дії (штангові), установки з каретками, гвинтові конвеєри (шнеки), скреперні установки, мобільні агрегати, поршневі та насосні установки транспортування гною з корівників.

Екологічна безпека сільськогосподарського виробництва є однією із пріоритетних цілей, заявлених у Дер-

жавній програмі розвитку сільського господарства та в інших документах. Останнім часом вжито заходів, спрямованих на підвищення зацікавленості підприємств не лише в успішному, а й екологічно безпечному виробництві сільськогосподарської продукції. Не останнє місце серед них займають заходи економічного стимулювання, посилення екологічного законодавства, посилення державного екологічного нагляду та підвищення адміністративних штрафів за забруднення навколишнього середовища. Очевидно, що найефективніший шлях екологічно безпечного виробництва, зниження кошторисної вартості будівництва ліній прибирання та утилізації гною, енергетичних та трудових витрат, а також експлуатаційних витрат - це зменшення виходу маси стоків із виробничого сектору підприємств, яке може бути забезпечене лише за рахунок скорочення надходження води в систему гноевидалення. Тому вдосконалення систем видалення гною має бути спрямоване, в першу чергу, на застосування

безводних способів його прибирання. Як наслідок, найбільшого поширення у тваринництві мають способи прибирання гною транспортерами різного типу. Вони забезпечують прибирання гною природної вологості без використання води, отже, і його розведення.

Стан економіки України повною мірою відображається і розвиток сільського господарства. Тому розвиток виробництва систем механізації, у тому числі і гноєвидалення, залежить від фінансового стану сільськогосподарських підприємств, більшість з яких перебуває зараз у дуже важкому становищі. Потреба в гноєприбиральному обладнанні у більшості господарств дуже висока, але, незважаючи на це, через фінансове неблагополуччя вони змушені ремонтувати старе, здебільшого зношене обладнання. Знос (експлуатація понад термін амортизації) технологічного обладнання, систем видалення, транспортування та підготовки добрив досягає 80%.

Таблиця 1.1 - Витрати праці на обслуговування однієї корови на рік при різних способах утримання

№	Складова виробничого процесу	Трудомісткість виконання в залежності від способу утримання					
		Прив'язний з доїнням у молокопровід		Комбінований спосіб		Безприв'язний боксовий	
		люд-год/рік	%	люд-год/рік	%	люд-год/рік	%
1	Прив'язування, відв'язування та рух худоби	5,2	4,1	1,2	1,3	1,1	1,5
2	Роздавання кормів	12,9	10,3	10,8	11,8	10,8	14,3
3	Доїння та первинна обробка молока	40,0	31,8	17,6	19,3	17,6	23,2
4	Чистка годівниць та кормових проходів	24,3	19,3	20,3	22,2	10,5	13,9
<b>5</b>	<b>Очистка стійл та гнойових проходів</b>	<b>24,3</b>	<b>19,3</b>	<b>20,3</b>	<b>22,2</b>	<b>10,5</b>	<b>13,9</b>
6	Чистка корів	5,5	4,4	5,5	6,0	5,5	7,2
7	Доставка та внесення підстилки	6,9	5,5	5,9	6,4	-	-
8	Доїння та обслуговування корів в родильному відділенні	24,5	11,5	14,5	15,8	14,5	19,1
9	ТО машин та обладнання	9,9	7,9	9,9	10,8	9,9	13,0
10	Проведення зооветзаходів	2,1	1,7	1,5	1,6	1,5	2,0
<b>Всього</b>		<b>125,6</b>	<b>100</b>	<b>91,6</b>	<b>100</b>	<b>75,8</b>	<b>100</b>

З числа застосовуваних механічних засобів прибирання гною найбільш по-

ширені (більше 50%) у вітчизняному тваринництві скребкові транспортери кругового руху типу ТСН, що відрізняються технічною недосконалістю і, як наслідок, високою енергоємністю та низькою надійністю.

Дослідження дозволили розкрити фізичну сутність явищ, що відбуваються при взаємодії робочих органів з гноєм, та розробити методики розрахунку гноєприбиральних установок. Результати досліджень були покладені в основу при проектуванні та створенні засобів механізації збирання гною - скребкових та штангових транспортерів.

## **1.2 Аналіз технологічного процесу прибирання гною скребковими транспортерами**

Найбільш поширеною є конструкція установки з горизонтально замкнутим ланцюгом та консольним кріпленням скребків, що дозволяє одночасно прибирати гній із приміщень та вантажити його в транспортні засоби. На сьогодні-

ні вітчизняною промисловістю випускаються скребкові транспортери марок ТСН-2,0Б, ТСН-3,0Б, ТСН-160А, КСГ-7,0, КСУ-Ф-1 та ін. Для кожної ферми, залежно від її розмірів, здійснюється уточнення їх довжини шляхом укорочування ланцюгового контуру. Транспортери типу ТСН (КСГ) для прибирання гною з тваринницьких приміщень мають суттєві технологічні та конструктивні недоліки:

- механізується прибирання гною тільки з площі під транспортером, а очищення стійл виконується вручну;

- неоптимізовано шлях транспортування гною до точки розвантаження;

- при транспортуванні гній багаторазово (технологічно невиправдано) перемішується, проходить через обвідні блоки;

- при включенні робочі органи технічного засобу впливають на всю масу гною, що накопичилося в каналі, що призводить до перевантажень та викиду гною з каналу на прохід чи стійла;

- наявність відкритих гнойових каналів призводить до погіршення мікроклімату, перевитрати підстилки, забруднення шкірного покриву тварин;

- при роботі транспортера відбувається інтенсивне зношування його робочих органів і поверхні гнойових каналів, при тривалій роботі важкий ланцюг заглиблюється в бетон каналу, в результаті цього скребки піднімаються вгору та починають погано прибирати гній;

- при використанні в якості підстилки неподрібненої соломи або іншого довгостеблового матеріалу можливий сход ланцюга із зірочки (внаслідок намотування матеріалу на зірочку), гній погано відокремлюється від скребоків у місці вивантаження, ланцюг подовжується і потрібний періодичний натяг шляхом видалення ланок;

- обмежено застосування на невеликих фермах у селянських (фермерських) господарствах.

Принцип дії скребкового транспортера наступний: тяговий орган транспортера, огинаючи приводне та пово-

ротні пристрої (зірочки-ролики), переміщує розташовані на рівній відстані один від одного скребки. Напрямок руху тягового ланцюга односторонній. Через великий опір переміщуваної маси довжина ланцюга горизонтального транспортера має перевищувати 200 м.

Конструктивна особливість транспортера ТСН-2 у тому, що його ланцюг довжиною 170 м монтують у поздовжніх каналах та похилих коритах. Від місця завантаження до транспортних засобів гній переміщає той самий скребок перед собою по дну горизонтального та похилого каналів. Транспортер здатний прибрати з каналів до 95% гною. Довговічність цих транспортерів вища, ніж транспортерів ТСН-3,0Б, та сягає 5 років. Ланцюг цього транспортера також довговічніший, але він має той недолік, що виготовлення кованих ланок вимагає застосування спеціального нагрівального та кувального обладнання.

В даний час випускається модернізований варіант ТСН-2,0Б під маркою КСН-Ф-100, у якому порівняно з ТСН-2,0Б



кріплення скребків шарнірне, змінено конструкція натяжного пристрою. Робочий орган - клепаний пластинчастий ланцюг з кованою ланкою зі скребками. Транспорт ТСН-3,0Б складається з двох самостійних транспортерів: горизонтального та похилого, які працюють окремо один від одного. Він має горизонтально-замкнутий пластинчастий шарнірний безвітулковий розбірний ланцюг з консольно прикріпленими до нього скребками.

Через певний час роботи транспортера (особливо під час обкатки) тяговий ланцюг іноді настільки подовжується, що натягнути його натяжним пристроєм виявляється неможливим. При цьому зачеплення шарнірів ланцюга із зубами провідної та поворотних зірочок супроводжується шумом і ударами. При надмірному подовженні ланцюга його необхідно укоротити на дві ланки. Це трудомістка операція. Потрібні великі витрати праці слюсарів щодо підтримки в працездатному стані.

Транспортер скребковий ТСН-3,0Д відрізняється від транспортера ТСН-3,0Б.

переважно будовою ланцюгів горизонтального та похилого транспортерів. Їхня сполучна ланка складається з двох пластин, між якими закладена гумова прокладка товщиною 5 мм з фігурними пазами. При складанні транспортера заводом-виробником у ці пази закладається графітове мастило. Це підвищує тривалість служби транспортера. Щоб уникнути роз'єднання ланцюги при ослабленні її натягу, між планками та сполучною ланкою надіті гумові прокладки, що запобігає їх переміщенню вздовж планок. Відстань між скребками горизонтального транспортера 1000 мм.

У своїх роботах вчені вивчали питання щодо виявлення умов експлуатації та загальних характеристик працездатності гноєприбиральних транспортерів, корозійних характеристик середовища, в якому працюють ці машини, характеристик мікроклімату, хімічні, фізичні та фізико-механічні властивості гною. Спільна дія механічних навантажень та корозійних середовищ призводить до значного скорочення терміну служби тягових ланцю-

гів гноєприбиральних транспортерів. Причину цього явища можна пояснити тим, що під час роботи транспортера у корозійному середовищі збільшується швидкість поширення втомних тріщин у структурі металу. Більшість авторів намагалися, в основному, знайти способи удосконалення серійного ланцюга транспортера ТСН - 3,0Б, але жодному з них практично не вдалося дослідити працездатність кіл нових типів безпосередньо в корівниках, та результати цих робіт не отримали практичного застосування.

Спроби виключити режим перевантаження шляхом збільшення міцності тягових і робочих органів призвели до різкого підвищення їхньої маси і поки не дали бажаних результатів. Так, за роки випуску скребкових транспортерів кругового руху в нашій країні міцність тягового ланцюга збільшилась у 3,4 рази, що спричинило збільшення маси в 2,5 разу. Однак, як і раніше, мають місце розриви тягових ланцюгів, вигин скребоків і поломки вузлів приводу.



Рисунок 1.2 – Елемент ланцюга із скребком та зірочки транспортера ТСН-160

Скребковий транспортер ТСН-160 має круглоланковий термічно оброблений ланцюг, автоматичний натяжний пристрій ланцюга горизонтального транспортера та сталеві термооброблені комбіновані зірочки. При використанні на практиці було виявлено недоліки, з метою усунення яких розроблено та поставлено на виробництво дві вдосконалені моделі транспортера: ТСН-160А та ТСН-160Б.

Ланцюг має горизонтальні та вертикальні ланки, кронштейни. Останні приварені до вертикальних ланок ланцюга. До кронштейнів болтами прикріплюються скребки. Тривалий досвід експлуатації транспортерів ТСН-160Б (КСГ-7) показав, що реальний термін їхньої служби становить лише 3 роки, а не 5 років, як зазначено в паспорті та протоколі випробувань. Крім того, вони непридатні для збирання підстилкового гною, що включає нездрібнену солому. Також існують моделі ТСН-160АМ та ТСН-160М з робочим органом - каліброваним круголанним ланцюгом.

Для видалення гною з невеликих тваринницьких приміщень з одночасним завантаженням їх у транспортний засіб або борт випускається транспортер ТСН-80 (виробник - завод «Ковельсільмаш»). Він виконаний на базі транспортера ТСН-160А і складається з горизонтальної та похилої частин, кожна з яких має власний привід. Частини можуть використовуватись разом або окремо, тому транспортер поставляється у шести різних виконаннях. Від-

мінною особливістю ТСН-80 є болтове кріплення скребків до ланцюга горизонтального транспортера, що забезпечує надійність у роботі.

У США ланцюгові скребкові транспортери мають переважне застосування вже тому, що з самого початку вони були оснащені міцним та довговічним ланцюгом і, природно, не виникала потреба у виробництві інших типів транспортерів. Американська фірма «Patz» випускає надійний експлуатації ланцюгово-скребковий транспортер. Основним елементом систем транспортування є запатентовані в 1948 ланки для ланцюга, що отримали назву «Patz Link», термін служби яких не менше 10 років (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 - Ланцюг Patz Link

Конструкція ланок проста, є тільки гак і вухо. Виготовлені із спеціальної

ковкою сталі, зносостійкість якої збільшена додатковою термообробкою. Ланцюг, зібраний з таких ланок, має гнучкість і високою міцністю, легко огинає кути та долає ухили. Він позбавлений більшості недоліків, властивих звичайним ланцюгам скребкових транспортерів (низький термін служби, сход ланцюга із зірочки та ін.). Проте останнім часом фірми США роблять спроби зменшення металомісткості гноюзбиральних транспортерів і намагаються вирішити цю проблему застосуванням замість ланцюгів міцних, зносостійких та дешевих канатів.

Технічний рівень машин та обладнання для прибирання та підготовки гною для використання має вкрай важливе значення для привабливості праці обслуговуючого персоналу з тієї причини, що їх обслуговування та ремонт доводиться виконувати у вкрай несприятливих здоров'ю людини умовах. У цьому слід зазначити, що транспортери типу ТСН всіх моделей і модифікацій, по суті, не відповідають сучасним вимогам щодо гігієнічної та са-

нітарної безпеки. Напрацювання на відмову цього типу транспортерів не перевищує 50 годин, щозмінне технічне обслуговування складає не менше 0,5 години, процес прибирання гною здійснюється за умови присутності оператора. У цьому перспективні дослідження зі створення технічних засобів, працюючих на принципах порційного забору гною, транспортування його до точки вивантаження тільки по прямому шляху, що виключає багаторазове перемішування.

При типовій довжині стійл 1700...2200 мм корови, як правило, утримуються на прив'язі у стійловій рамі ОСК-25А. У цьому випадку 85 ... 87% екскрементів потрапляє на підлогу в стійлі і тільки 12 ... 13% – в гноєприбиральний канал. Розподіл екскрементів по довжині стійла вкрай нерівномірний. Близько 78% їх посідає задню частину настилу з відривом 1,4...2,0 м від годівниці.

Вплив довжини стійла з його забруднення екскрементами показано на рис. 1.4. Крім гною поверхня стійла забруднюється залишками кормів, а також



брудом різного походження, що заноситься в корівник, в основному тваринами на копитах з вигульних майданчиків.

При безприв'язному утриманні екскременти потрапляють на всю площу приміщення. У таких випадках на значній площі та в місцях відпочинку тварин влаштовують щільну решітчасту підлогу. У комплекс заходів щодо збільшення виробництва продукції тваринництва, покращення якості та зниження їх собівартості важливе місце займає своєчасне та якісне очищення тваринницьких приміщень від гною та інших забруднень, що задовольняє санітарно-гігієнічні вимоги.

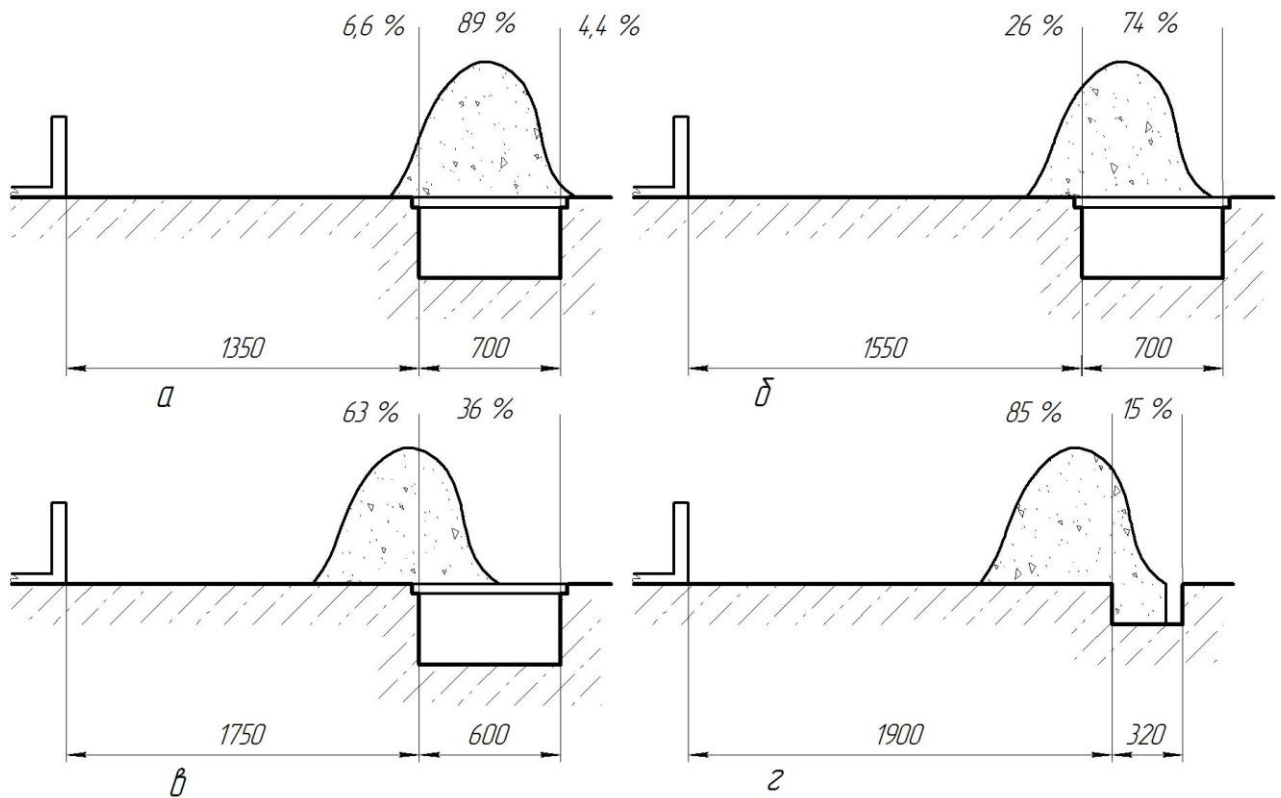


Рисунок 1.4 – Вплив довжини стійла на його забрудненість екскрементами: а – коротке стійло, щілинна підлога; б, в – середнє стійло, щілинна підлога; г – довге стійло, гноєприбиральний транспортер кругової дії (найпоширеніший варіант)

Очищення приміщень та видалення гною – один з найважчих і трудомістких процесів у молочному тваринництві і становить 30...50% трудових витрат на догляд за тваринами. Переважна більшість цих витрат посідає ручне очи-

щення стійл від гною. Тому необхідно знайти більш раціональні способи механізації очищення стійл із застосуванням сучасних, універсальних та мобільних машин.

### **1.3 Класифікація та аналіз засобів механізації очищення стійл**

На сьогодні видалення гною з корівників розвинене досить добре. Для цього створені підпільні гноєсховища, вивантажувальні транспортери, установки транспортування гною, скіпові навантажувачі та багато іншого.

Проблема полягає в тому, що процес очищення стійл великого рогатого худоби досі ще фактично не механізовано як на великих, так і на малих фермах. Промисловістю пристрої для очищення стійл не випускаються.

Оператору при очищенні стійла від гною вилами, скребком, лопатою або мітлою доводиться перекидати (зчищати) у гнойовий канал до 5 тон гною на добу. При триразовому прибиранні в корівнику на 200 голів для цієї мети витрачається 2,5...3 години.

За зоотехнічними вимогами при прив'язному утриманні тварин прибирання виробничих приміщень ферм та комплексів великої рогатої худоби необхідно проводити 2...3 рази на добу.

Аналіз літературних джерел та патентних матеріалів показав, що різними науково-дослідними та проектно-конструкторськими організаціями розроблені в одиничних примірниках різні пристрої для очищення стійл. Але, на жаль, вони не знайшли широкого застосування на фермах та серійно не випускаються з різних причин. Вперше класифікацію засобів механізації видалення гною зі стійл склав Щербаков С.І. Розроблена ним класифікація дозволяє

виявити загальний її напрямок у створенні пристроїв для видалення гною зі стійл і зробити аналіз їх конструкцій (рис. 1.5).

Пристрої для видалення гною зі стійл класифікуються за такими основними ознаками: за способом використання, типу пристрої, типу приводу, характеру дії, принципу дії та конструктивному виконанню. За способом використання пристрою бувають мобільні та стаціонарні. До перших відносяться такі пристрої, які можуть переміщатися по виробничому приміщенню з метою очищення будь-якого ряду стійл.

До других - установки, змонтовані таким чином, що їх функції обмежені або одним рядом стійл або кількома. Як правило, вони змонтовані з транспортером типу ТСН. За типом приводу пристрою та їх робочих органів можуть бути:

- з механічним приводом; -
- від двигуна внутрішнього згоряння;
- від електродвигуна з живленням від мережі змінного струму або акумуляторної батареї.

Механічним способом зазвичай придяться робочі органи очищувачів за допомогою ланцюгового зачеплення з нерухомими штифтами або за рахунок руху ланцюга транспортера типу ТСН.

Привід може бути автономним або комбінованим, тобто коли привід робочого органу та привід на пересування самого пристрою здійснюється різними джерелами енергії.

За характером дії їх можна поділити на: пасивні, активні та комбіновані. За конструктивним виконанням їх можна класифікувати на: скребкові, лопатеві, скреперні, очищувачі з ланцюгово-скребковим транспортером, щіткові, з водоструминними насадками та комбіновані. Скребкові у свою чергу можуть бути жорстко закріпленими з еластичною стрічкою; з пружними скребками у вигляді ножів для уникнення налипання гною на поверхню скребка; зі скреб-



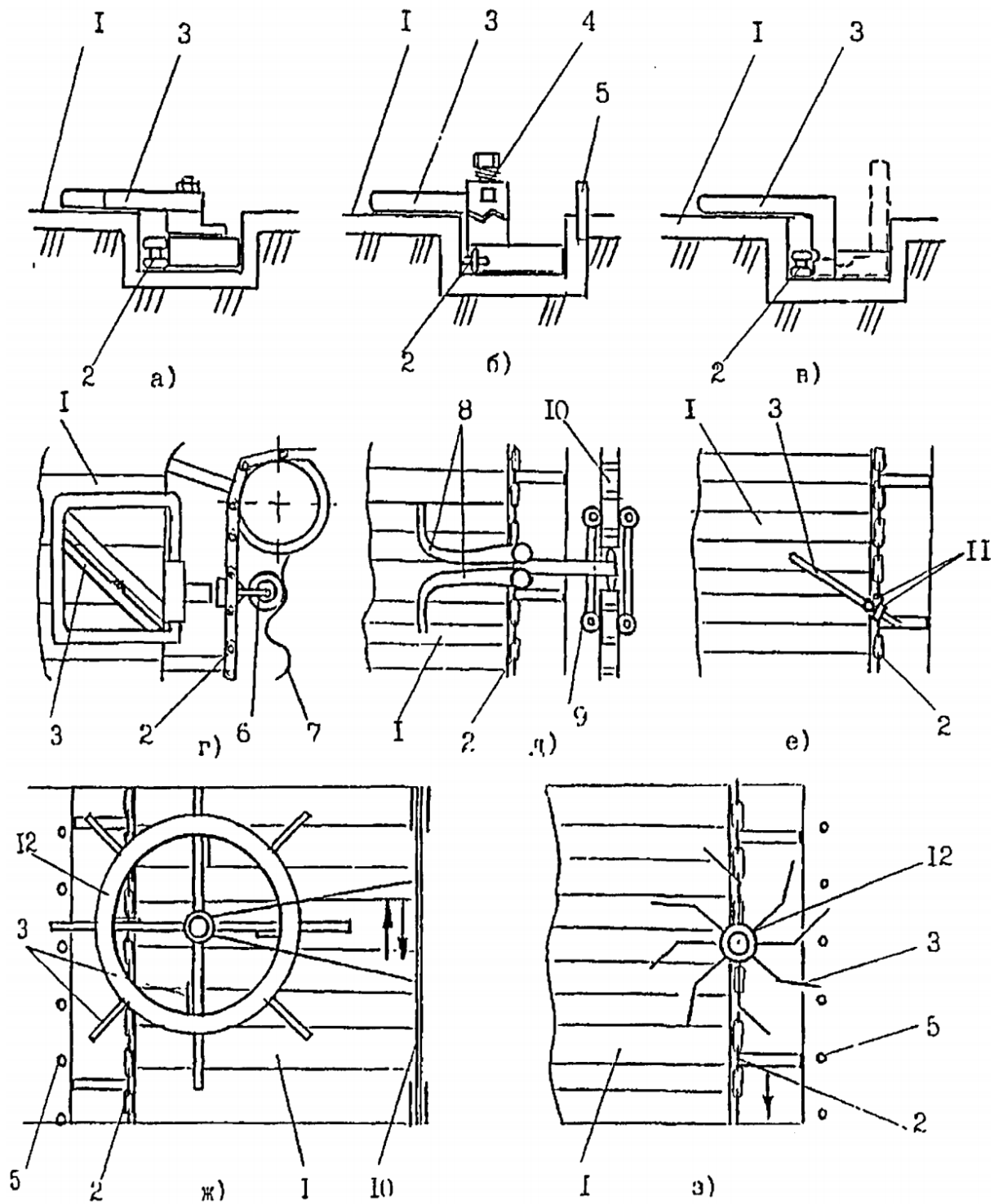


Рисунок 1.6 - Пристрої для очищення стійл від гною: а, б, в, г, д, е - скребок; з - лопатеві; 1 - стійло; 2 - гноєприбиральний транспортер; 3 - додатковий скребок; 4 - храпова муфта; 5 - нерухомі штифти; б – опорний ролик; 7 - хвильова напрямна; 8 - скребки-циклоїди; 9 - повзун; 10 – тяговий орган; 11 - шарніри із пружинами; 12 - лопатевий очищувач

Пристрої із шарнірно закріпленими скребками значно знижують травматизм тварин, мають високу надійність та довговічність роботи. Лопатеві пристрої являють собою радіально закріплені скребки на циліндричному очищувачі, який, обертаючись навколо своєї осі, що зчищає гній у гнойовий канал.

Пристрої з ланцюгово-скребковим транспортером, скрепером або щіткою більш продуктивні і мають кращі показники ступеня очищення порівняно зі скребковими та лопатевими.

За принципом дії очищувачі стійл поділяються на механічні, гідравлічні та комбіновані. До механічних відносяться скребкові, лопатеві, щіткові. Всі ці пристрої зчищають гній зі стійла за допомогою механічної дії робочого органу.

Гідравлічні - змивають гній струменем води високого тиску. Комбіновані очищувачі впливають на гній механічним та гідравлічним або пневмогідравлічним способом. Скребкові механічні пристрої призначені в основному для очищення задньої частини стійла та закріплюються зазвичай у вигляді додаткових скребків на гноєприбиральних транспортерах типу ТСН (рисунок 1.6). Вони здійснюють круговий рух, обходячи редуктор і поворотні зірочки з допомогою спеціальних пристроїв. При цьому вони не забезпечують достатній ступінь очищення стійл, мають низьку надійність та довговічність, але прості у влаштуванні та виготовленні, не вимагають значних матеріальних витрат.

Кожен із розглянутих пристроїв має як позитивні, так і негативні сторони. Найбільш раціональним із скребкових пристроїв є шарнірно закріплений скребок, що складається із трьох частин. Він має задовільний ступінь очищення стійл, більш високу експлуатаційну надійність, оскільки постійно підігбає до поверхні стійла. Крім того, такий скребок значно знижує ймовірність травмування тварин тому, що пружина шарніра дозволяє огинати перешкоди.

Лопатеві очищувачі (рисунок 1.6 ж, з) здійснюють більш якісне прибирання стійл, так як їх робочі органи активні, мають велику продуктивність,

ніж скребкові, але їх енерго- та металоємність досить великі. Поряд з очищувачами, змонтованими на гноєприбиральних транспортерах типу ТСН, існують і мобільні установки.

Скреперна електромобільна гноєприбиральна установка складається з рами 1, що спирається на дві осі 2 на кінцях яких встановлені колеса 3 з широкими гумовими ободами. Для пересування установки по гнойових проходах застосований асинхронний трифазний електродвигун 4, з'єднаний за допомогою ланцюгових передач з редуктором 5.

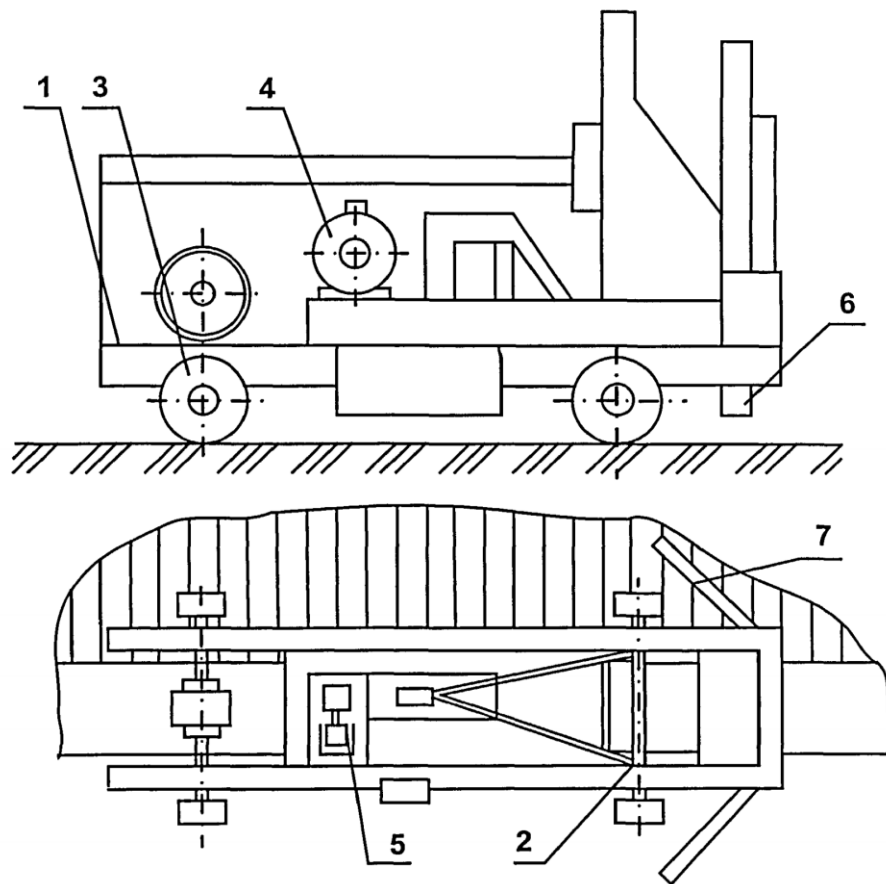


Рисунок 1.7 - Схема електромобільної установки для очищення стійл: 1-рама; 2 – вісь; 3 - колесо; 4 - електродвигун; 5-редуктор; 6 - канавковий скрепер; 7 - бічний скрепер



Прибирання гною з гнойових каналів та навантаження його в похилий транспортер здійснюється канавковими скреперами 6, які вільно підвішені на кронштейнах, пов'язаних з рамою шарнірно. Для очищення кінцевих ділянок стійл (зони розподілу гною) та викиду використаної підстилки в гнойовий канал, установка забезпечена бічними скреперами 7. При переміщенні установки вздовж ряду стійл, бічні скрепери згрібають і повільно переміщують гній та інші відходи у бік гнойового каналу.

Пристрої такого типу мають нескладну конструкцію і при експлуатації можуть очищати поверхні з великою забрудненістю, проте вони часто забиваються через високу липкість свіжого гною, що викликає необхідність періодично зупинятися і очищати скрепери від гною, що налип. Через незадовільне копіювання поверхні стійла утворюються перепустки, що призводить до повторного проходу для досягнення ступеня очищення, необхідного за зоотехнічними вимогами.

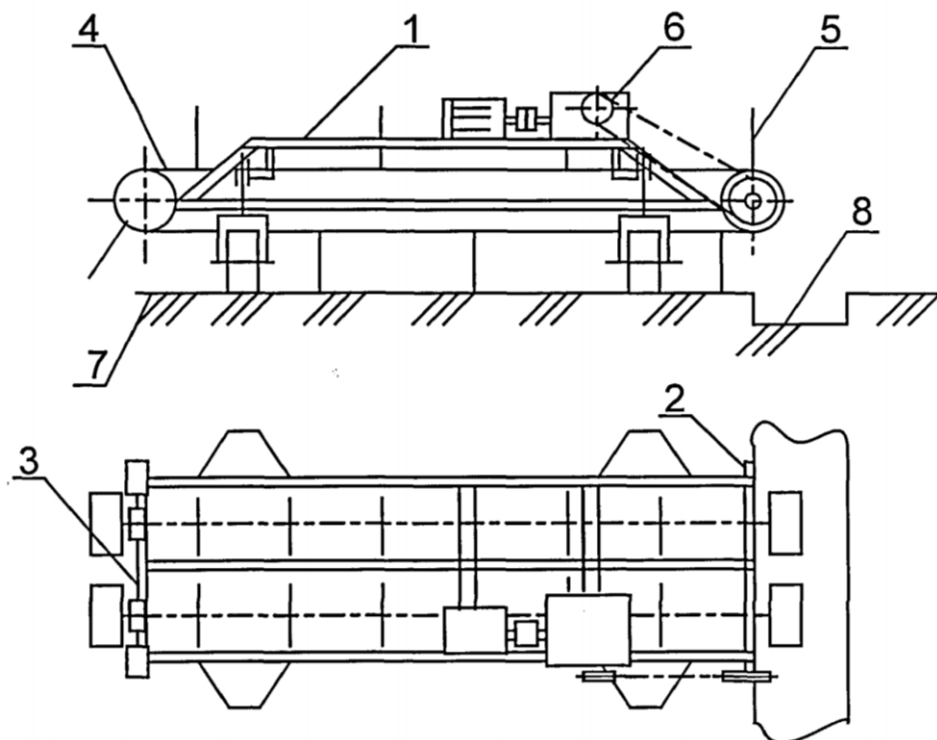


Рисунок 1.8 - Конструктивно-технологічна схема очищувача: 1-рама; 2 – провідний вал; 3 - ведений вал; 4 ~ транспортер; 5 - скребок; 6 - привід; 7 -

стійло; 8 - канал

Очищувач стійл від гною з робочим органом у вигляді ланцюжково-скребкового транспортера представлений на рис. 1.8.

Очищувач складається з рами 1, ведучого та веденого валів 2 і 3, транспортерів 4 зі скребками 5 і приводу 6. При русі очищувача вздовж ряду стійл одночасно включається і робочий транспортер, скребки якого очищають гній з поверхні стійла і скидають його в гнойовий канал. Випробуваннями встановлено, що очищувач із модернізованими робочими скребками (двошарова гума) забезпечує високу якість прибирання тваринницького приміщення; залишкова забрудненість після збирання становила 0,06 кг/м . Гумові скребки транспортера - очищувача мають невелику довжину і товщину гуми, відносно добре копіюють поверхню, що очищається. Очищувач може проводити прибирання поверхонь із великою забрудненістю (до 40 кг/м ). Недолік такого очищувача в тому, що він досить складний у виготовленні та експлуатації, крім того, спостерігається прилипання свіжого гною на робочій поверхні скребків.

Збільшення виробництва продуктів тваринництва, насамперед, вимагає підвищення продуктивності худоби, що може бути здійснено за рахунок поліпшення його породних якостей, годування та утримання. Умови утримання тварин значною мірою впливають на їхню продуктивність.

Скупчення гною створює підвищену загазованість приміщення, що суттєво впливає на мікроклімат. Несвоєчасне та неякісне прибирання гною також створює сприятливі умови для розвитку та життєдіяльності мікробів та хвороботворних бактерій. Крім того, тварини забруднюють тулуб, ноги та вим'я. Все це може призвести до захворювання тварин, а також значному зниженню якості виробленої продукції. Крім того, видалення гною дуже трудомістка операція. Вона становить від 40 до 50% всіх витрат праці з догляду тварин.

Якщо видалення гною з приміщень нині механізовано, то пристрої для очищення стійл тварин промисловістю досі не випускаються. Згрібати, зміта-

ти, зчищати гній із стійл доводиться вручну. Недосконалість технологічної операції з очищення стійл негативно впливає не тільки на виробництво продукції, але і на її собівартість. Існуючі в даний час в одиничних примірниках очищувачі стійл великої рогатої худоби не відповідають сучасним вимогам, що зросли, і широкого поширення не отримали.

Гідравлічні засоби, що застосовуються, мають високу продуктивність, ступінь очищення стійл відповідає зоотехнічним нормам, але для їх роботи потрібна велика витрата води, що значно збільшує стоки, що порушують екологічну обстановку. Засоби та пристрої з комбінованим способом прибирання відрізняються кращими показниками з витрат води та утворення стоків, але ступінь очищення стійл у таких пристроїв набагато менше через недостатнє копіювання поверхні, розкидання свіжого гною напірними струменями у одних та нерівномірним рухом в інших. Відносна складність конструкції та висока собівартість гідравлічних пристроїв не сприяють їх широкому поширенню.

Механічні скребкові, лопатеві, скреперні засоби та пристрої більш прості та дешеві у виготовленні та експлуатації, але обмежені в застосування, що забезпечує ступінь очищення поверхні стійла, що відповідає зоотехнічним вимогам, тільки за кілька проходів.

## **1.4 Висновки**

На підставі проведеного аналізу засобів для очищення стійл від гною та поверхонь з твердим покриттям у сферах виробництва, не пов'язаних з тваринництвом, найбільш перспективними є щіткові пристрої, як такі, що володіють найкращими можливостями виконання технологічного процесу, надійністю, простотою та універсальністю використання. Ті пристрої та механізми, які розроблені для очищення поверхонь від пилу, сміття, снігу, не можуть бу-

ти використані для змитання гною, оскільки його фізико-механічні властивості значною мірою мають специфічні особливості.

На підставі вищевикладеного метою досліджень є зниження енергоємності очищення стійл корівників від гною з обґрунтуванням конструктивно-режимних параметрів очищувача, що забезпечує високу якість виконання процесу очищення з найменшими витратами праці та енергії. Відповідно до поставленої мети сформульовані такі завдання досліджень:

1. Провести аналіз існуючих технологій та засобів прибирання гною з корівників.
2. Розробити перспективну конструктивно-технологічну схему очищувача стійл корівників від гною та обґрунтувати його параметри.
3. Теоретично дослідити процес очищення стійл корівників від гною новим очисником.
4. Провести планування заходів з охорони праці технологічного процесу видалення гною.
5. Оцінити економічну ефективність застосування очищувача стійл від гною в технологічному процесі видалення гною.

## 2 Розробка конструктивно-технологічної схеми очищувача та обґрунтування його параметрів

### 2.1 Розробка конструктивно-технологічної схеми очищувача стійл

Детальний аналіз існуючого різноманіття технічних засобів та пристроїв для видалення гною зі стійл великої рогатої худоби показав, що сучасним зрослим зоотехнічним та техніко-економічним вимогам найближче відповідають механічні, мобільні очищувачі з активним робочим органом.

Сучасне поширення дрібних та середніх ферм великої рогатої худоби дозволяє зробити висновок, що найбільш перспективними для широкого застосування є мобільні, малоенергоємні, продуктивні, універсальні пристрої.

До очисників стійл корівників від гною пред'являються наступні основні вимоги:

- забезпечення ступеня очищення стійл відповідно до зоотехнічних вимогами (щонайменше 95%);
- забезпечення надійного виконання технологічного процесу;
- мала енергоємність та металоємність пристрою, висока продуктивність та універсальність;
- забезпечення значного зниження витрат праці.

Безперечно, що головною вимогою є досягнення необхідного якості очищення стійл. Відносним показником якості очищення є ступінь очищення, визначається за формулою:

$$C_0 = \frac{M - M_1}{M} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де  $M$  – маса гною на поверхні стійла до очищення, кг;

$M_1$  - маса гною на поверхні стійла після очищення, кг.

З формули (2.1) випливає, що для збільшення ступеня очищення стійла необхідно зниження залишкової маси гною після очищення.

Розглянемо детальніше процес очищення. Найпоширеніший спосіб очищення стійл - ручне прибирання, при якій гній забирається лопатою, скребком або мітлою. Необхідно врахувати, що свіжий гній через свої реологічні властивості розмазується по поверхні і прилипає до робочих органів. Тому необхідно здійснювати повторне очищення гною з однієї ділянки.

За даними досліджень для досягнення достатнього за зоотехнічними вимогами ступеня очищення необхідне триразове проходження скребка по тому самому місцю. Залишкова маса гною також залежатиме від якості поверхні та ступеня копіювання робочим органом. Крім того, якщо не видаляти (зчищати, змивати, скидати) своєчасно свіжий гній, що прилип до робочих органів, то маса гною, що залишилася, на поверхні значно зростає, знижуючи ступінь очищення.

Отже, для досягнення ступеня очищення, необхідного по зоотехнічним вимогам, достатньо забезпечити якісне копіювання поверхні робочим органом та його здатність до самоочищення. Слід зазначити, що очищувач повинен мати високу маневреність для безперешкодного перемішування по виробничому приміщенню.

Відповідно до вищевикладеного, розроблено очищувач для видалення гною зі стійл, робота якого задовольняє зоотехнічні вимоги. Він може успішно використовуватись на великих середніх та дрібних фермах ВРХ. В основу принципової конструктивно-технологічної схеми очищувача покладено такі технічні рішення:

- робочим органом є циліндричний щітковий барабан з капроновими ворсинами, що забезпечують високий рівень очищення та копіювання поверхні;
- ворсини зібрані в пучки та закріплені паралельними рядами по утво-

- рюючим циліндра для кращого забезпечення самоочищення щітки від гною;
- щітковий барабан розташований під прямим кутом до напрямку руху в передній частині очищувача;
  - позаду щіткового барабана розташовані: приймальний совок, горизонтальний шнек, похилий скребковий транспортер;
  - щітковий барабан, приймальний совок, шнек, скребковий транспортер - змонтовані на напіврамі, шарнірно закріплені на самохідному візку;
  - бункер для збору гною шарнірно встановлений на самохідному візку та має задній борт, що відкривається;
  - привід робочих органів та самохідного візка здійснюється від електродвигунів, за допомогою клинопасових та ланцюгових передач.

Принципова конструктивно-технологічна схема пристрою для очищення стійл представлено рис. 2.1.

Очищувач включає циліндричний щітковий барабан 1, самохідний візок 2 з важелями управління, похилий скребковий транспортер 3, приймальний совок 4 з прогумованим скребком, горизонтальний шнек 5 і бункер для збору гною 6, що перекидається. Шнек 5 та привідна зірочка скребкового транспортера 3 змонтовані на одному валу і мають загальний привід із щітковим барабаном за допомогою передавального механізму. Привід самохідного візка 2 - електричний, за допомогою коробки зміни передач.

Принцип роботи очищувача наступний: під час руху очищувача вздовж ряду стійл з увімкненими робочими органами, щітковий барабан 1 змітає гній зі стійла на приймальний совок 4 до шнека 5, який зсуває гній до скребкового транспортера 3. Транспортер здійснює завантаження гною в бункер 6. При наповненні бункера привід робочих органів вимикається і напіврама, на якій змонтовано щітковий барабан, приймальний совок, шнек та скребковий транспортер, що переводиться в транспортне положення.

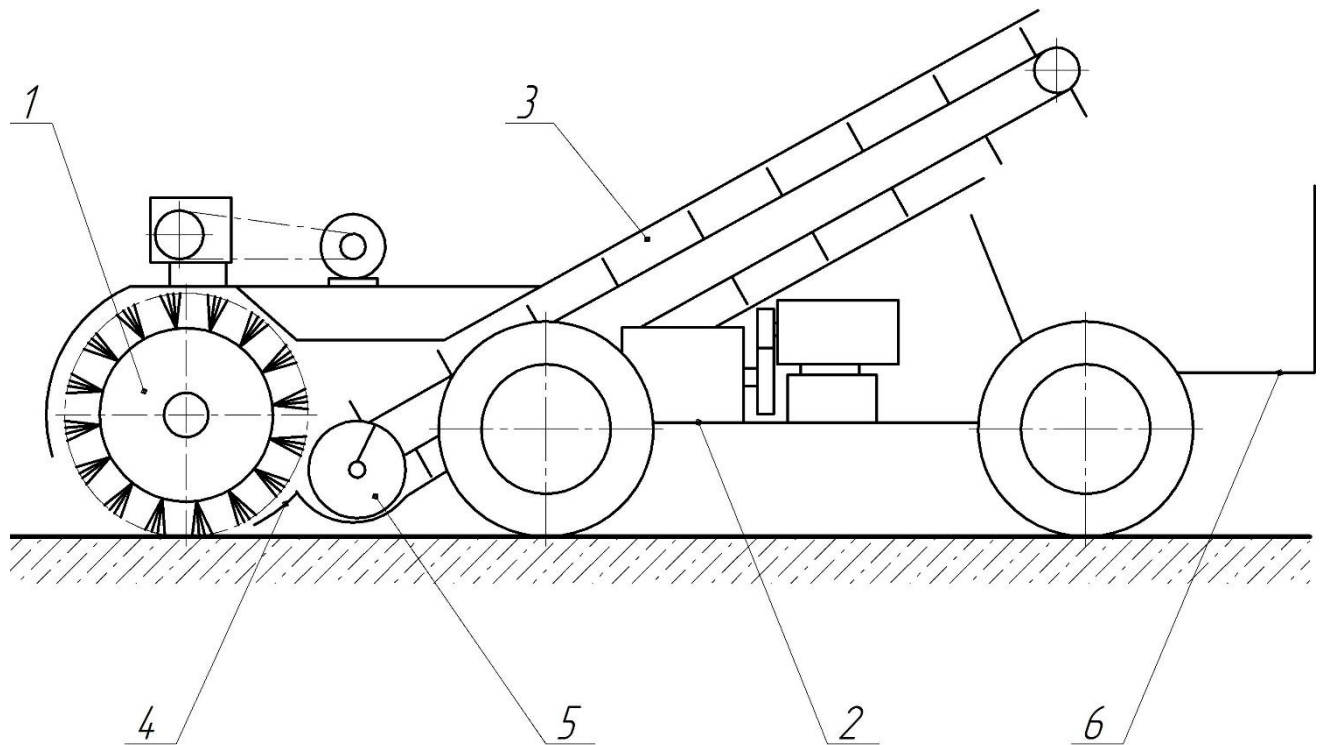


Рисунок 2.1 - Конструктивно - технологічна схема мобільного щіткового очищувача стійл від гною: 1 - щітковий барабан; 2 - самохідний візок; 3- скребковий транспортер; 4 - прийомний совок; 5 - шнек; 6 - бункер

Потім очищувач слідує до місця вивантаження, в якому розташована, наприклад, установка транспортування гною типу УТН-10. Залежно від конструктивного виконання будівлі корівника він може розташовуватися або з торця будівлі, або у середині. Перекидаючи бункер, очищувач розвантажується і знову прямує до стійл. Далі технологічний процес повторюється. Обслуговує пристрій один оператор.

## 2.2 Визначення конструктивно-режимних параметрів очищувача

Робота очищувача з щітковим барабаном, що обертається в умовах тваринницького приміщення (взаємодія ворсин з гноєм) не дозволяє повною мірою використовувати існуючі рекомендації та довідкові дані розрахунку його



основних елементів. Тому необхідно провести ряд теоретичних досліджень пропонованого очищувача та отримати аналітичні залежності та формули для визначення основних конструктивно-режимних параметрів

При дослідженні процесу очищення поверхні стійл щітковим барабаном будемо враховувати, що пучок ворсин згинається переважно в вертикальній площині і практично не згинається в горизонтальній. При цій умові можна визначити основні конструктивні параметри барабана (довжину ворсин, діаметр барабана), а також швидкість частинки матеріалу, що зчищається в момент сходу її з ворсини.

Матеріал, що зчищається, будемо розглядати як частинку, вирвану з монолітної маси. Складемо рівняння рівноваги сил:

$$\sum X = 0; \quad T_x + F_c \cos \beta + F = 0; \quad (2.2)$$

$$\sum Z = 0; \quad N - T_z + G - F_c \sin \beta = 0; \quad (2.3)$$

$$\sum M_{O_2} = 0; \quad M_{кр} + Nh_p - Fh_1 - F_c \cos \beta h_1 = 0. \quad (2.4)$$

Як видно з рис. 2.2, на кожний пруток ворсу у процесі руху діють такі сили:

1) повна реакція поверхні, що очищається  $F$ , складовими якої будуть нормальна  $N = F \cos \varepsilon$  і дотична  $F = F \sin \varepsilon$ , а також вага, що припадає на одну ворсину;

2) сила опору  $F_c$  відділенню від поверхні, що очищається і відкидання частинок, що видаляються;

3) сила тяги  $T$ , що прикладається до щітки для її рівномірного поступального руху зі швидкістю  $v_p = \text{const}$ ;

4) крутний момент  $M_{кр}$ , прикладаний до щітки для її рівномірного обертання.

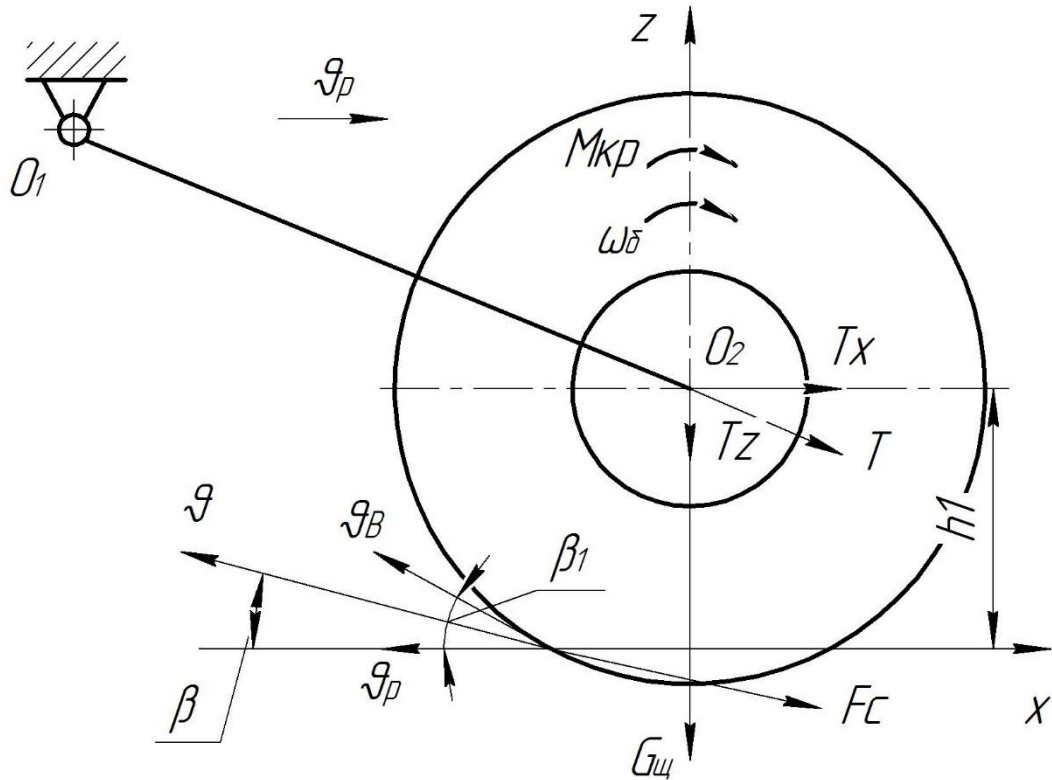


Рисунок 2.2- Сили, що діють на циліндричну щітку, шарнірно підвішену на штовхаючій рамі

Як відомо, величина нормальної реакції поверхні, що очищається  $N$  завжди прикладена позаду осі обертання щітки і відстоїть від неї на певній відстані  $h_p$ . Для рівномірного обертання щітки до її осердя недостатньо докласти крутний момент, необхідний для подолання сил тертя ворсу об поверхню та опору повітря обертанню щітки, до величини цього крутного моменту слід додати момент  $N_{hp}$ , достатній для подолання деякої частини сил пружності деформованого ворсу.

Отже, за відносного руху щітки витрати енергії будуть:

1) на подолання сил тертя ворсу на поверхню;

- 2) подолання опору середовища обертанню щітки;
- 3) на повідомлення швидкості частинкам, що відкидаються щіткою;
- 4) деформацію ворсу.

### 2.3 Визначення довжини ворсини, діаметра барабана та швидкості руху частки

Для визначення довжини ворсини і діаметра барабана виділимо елементарний об'єм матеріалу, що зчищається, і розглянемо його рух.

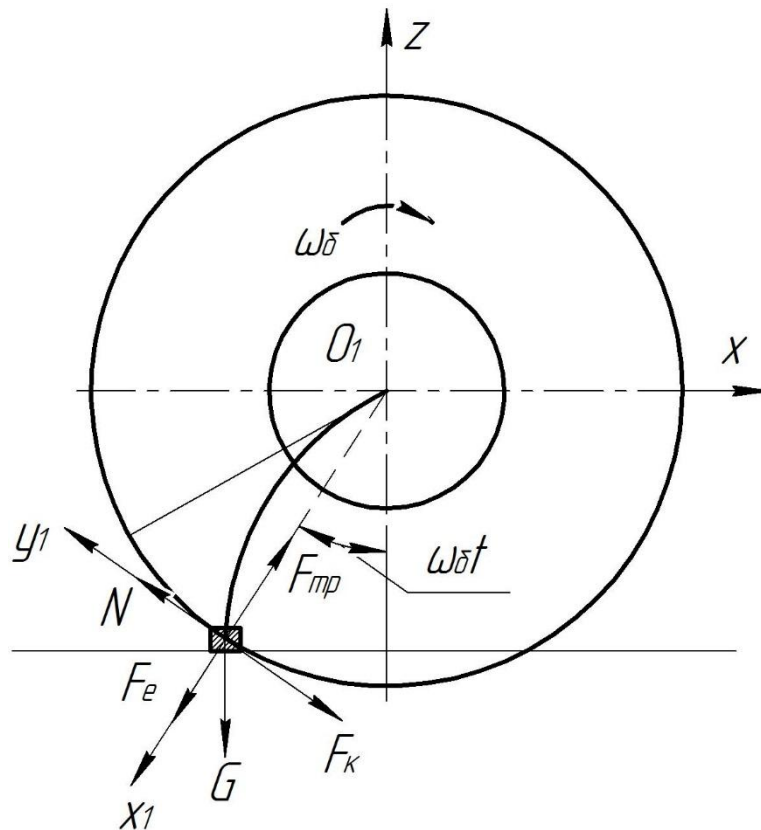


Рисунок 2.3 - Схема сил, які діють на частинку, що зчищається

При цьому приймаємо такі допущення:

- переміщення елементарного об'єму розглядатимемо як рух матеріаль-

ної точки;

- рух матеріалу, що зчищається, проводиться в радіальному напрямку.

Для вирішення поставленого завдання введемо рухому систему координат  $X_1O_1Y_1$  та зв'яжемо її з центром обертання барабана як показано на рис.

2.3

Для рівномірного переносного руху матеріальної точки запишемо рівняння:

$$m \ddot{x} = \sum \vec{F}_i + \vec{F}_k + \vec{F}_e, \quad (2.5)$$

де  $m$  - маса матеріальної точки, кг;

$x$  - відносне прискорення матеріальної точки,  $m/c^2$ ;

$\sum \vec{F}_i$  - геометрична сума доданих до точки зовнішніх сил, Н;

$\vec{F}_k$  - відцентрова сила інерції, Н;

$\vec{F}_e$  - коріолісова сила інерції, Н.

Розглянемо сили, що діють на частину, що змітається:

$G = mg$  - сила тяжіння, Н;

$F_e = m\omega^2 x$  - відцентрова сила, Н;

$F_k = 2m\omega^2 x$  - коріолісова сила інерції, Н;

$x$  - координата центру ваги частинки на осі  $OX_1$ , м;

$X$  - відносна швидкість руху частинки, м/с;

$\omega_6$  - кутова швидкість,  $c^{-1}$ ;

$N$  - нормальна реакція ворсини на матеріальну точку, Н;

$F_{TP} = F N$  - сила тертя, Н;

$f$  - коефіцієнт тертя об матеріал ворсини (по капрону  $f = 0,81$ ).

Тоді рівняння відносного руху матеріальної точки прийме наступний

ВИД:

$$m \ddot{x} = \vec{G} + \vec{N} + \vec{F}_{TP} + \vec{F}_K + \vec{F}_e, \quad (2.6)$$

Спроекуємо отриману рівність на осі  $O_1X_1$  та  $O_1Y_1$ :

$$\left. \begin{aligned} m \ddot{x} &= mx\omega_0^2 + mg \sin \omega_0 t - fN \\ m \ddot{y} &= N - 2mx\omega_0 + mg \sin \omega_0 t \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

Нормальна реакція  $N$  визначається з умови, що матеріальна точка немає можливості переміщення у бік осі  $Y_1$ :

$$m \ddot{y} = 0, \text{ звідки } N = 2mx\omega_0 + mg \sin \omega_0 t$$

Підставляємо  $N$  в (2.6), отримуємо проекцію сил на вісь  $X_1$ :

$$m \ddot{x} = mx\omega_0^2 + mg \sin \omega_0 t - f (mx\omega_0 + mg \sin \omega_0 t) \quad (2.8)$$

Розділивши ліву та праву частини рівняння (2.8) на  $m$  і виконавши необхідні перетворення, отримаємо

$$\ddot{x} + f 2x\omega_0 - x\omega_0^2 = g (1 + f) \sin \omega_0 t. \quad (2.9)$$

Вираз (2.9) є неоднорідним диференціальним лінійним рівнянням другого порядку. Загальне рішення даного рівняння має такий вигляд

$$x = x_1 + x_2. \quad (2.10)$$

де  $x_1$  - загальне рішення однорідного лінійного рівняння;

$x_2$  - приватне розв'язання неоднорідного диференціального лінійного рівняння.

Відповідне однорідне лінійне рівняння:

$$x'' + f x' + \omega_0^2 x = 0. \quad (2.11)$$

Коренями рівняння (2.11) є такі вирази:

$$k_1 = -\omega_0 \left( f + \sqrt{f^2 + 1} \right); k_2 = -\omega_0 \left( f - \sqrt{f^2 + 1} \right). \quad (2.12)$$

Тоді

$$x_1 = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t}, \quad (2.13)$$

де  $C_1$  і  $C_2$  - постійні коефіцієнти.

Окреме рішення шукатимемо у вигляді:

$$\begin{aligned} x &= A \cos \omega_0 t + B \sin \omega_0 t + C; \\ x' &= -A \omega_0 \sin \omega_0 t + B \omega_0 \cos \omega_0 t; \\ x'' &= -A \omega_0^2 \cos \omega_0 t + B \omega_0^2 \sin \omega_0 t. \end{aligned} \quad (2.14)$$

де  $\omega_0 t$  - кут повороту лопаті за час  $t$ , рад.;

$A$ ,  $B$  та  $C$  - коефіцієнти.

Підставимо  $x$  в рівняння (2.7):

$$\begin{aligned} & \left( -A\omega_0^2 \cos \omega_0 t + B\omega_0 \sin \omega_0 t \right) + 2\omega_0 t \left( -A\omega_0 \sin \omega_0 t + B\omega_0 \cos \omega_0 t \right) - \\ & - \omega_0^2 \left( A \cos \omega_0 t + B \sin \omega_0 t + C \right) = g(1+f) \sin \omega_0 t \end{aligned} \quad (2.15)$$

Для визначення невідомих коефіцієнтів  $C_1$  та  $C_2$  вирішується система рівнянь за початкових умов  $x = 0$ ;  $\dot{x} = 0$ ,  $t = 0$ .

$$\begin{cases} C_1 + C_2 - \frac{gf(1+f)}{2\omega_0^2(1+f^2)} = 0 \\ C_1 k_1 + C_2 k_2 - \frac{g(1+f)}{2\omega_0(1+f^2)} = 0 \end{cases} \quad (2.16)$$

Звідси

$$C_1 = \frac{g(1+f)(fk_2 - 2fk_1 - \omega_0)}{2(k_2 - k_1)\omega_0^2(1+f^2)}. \quad (2.17)$$

$$C_2 = \frac{g(1+f)(\omega_0 - fk_1)}{2(k_2 - k_1)\omega_0^2(1+f^2)}. \quad (2.18)$$

Враховуючи, що переміщення  $x$  коливається в межах від 0 до  $\Delta L_0$ . У

практиці застосовують  $\Delta L_0 = 0..0,06$  м.

Підставляючи значення коефіцієнтів  $C_1$  та  $C_2$  у рівняння (2.16), прирівнюючи  $x = \Delta L_0$ , знаходимо  $\omega_6$ .

За даними досліджень переносна швидкість на кінцях ворсин коливається від 0 до 6 м/с, тоді

$$R = \frac{g_r}{\omega_6}. \quad (2.19)$$

Діаметр барабана

$$D = 2R, \quad (2.20)$$

Довжину ворсини знайдемо з виразу

$$L_0 = \frac{D - D_c}{2}, \text{ м}, \quad (2.21)$$

де  $D_c$  – діаметр сердечника, м.

У практично застосовуваних межах  $L_0 = 0,085...0,175$  м.

Таким чином, частка, що зчищається, яка в початковий момент часу знаходилася на ворсині, займе положення, що збігається з точкою, в якій відбудеться відрив частки, і надалі вона поводитиметься як тіло, кинуте під кутом до горизонту зі швидкістю  $\vartheta$ .

## 2.4 Траєкторія руху пучка ворсин



Проведемо визначення залежності частоти обертання щіткового барабана від конструктивно-режимних параметрів очищувача. Щітковий барабан у досліджуваному очищувачі призначений для очищення поверхні стійл від гною. Він розташований у передній частині очищувача під прямим кутом до напрямку руху. Пучки ворсин роблять складний рух: поступальний та обертальний. Швидкості цих рухів повинні бути узгоджені, інакше щітка залишати-ме пропуски або наступний ряд ворсин пройдётиме надмірно великою ділянкою, очищеному попереднім рядом ворсин.

Крім того, велика колова швидкість щіткового барабана викликає розкид гною, збільшує знос ворсин та значно підвищує витрати потужності на привод робочих органів. Тому величина колової швидкості обмежена і не має перевищувати значень, визначених дослідним шляхом.

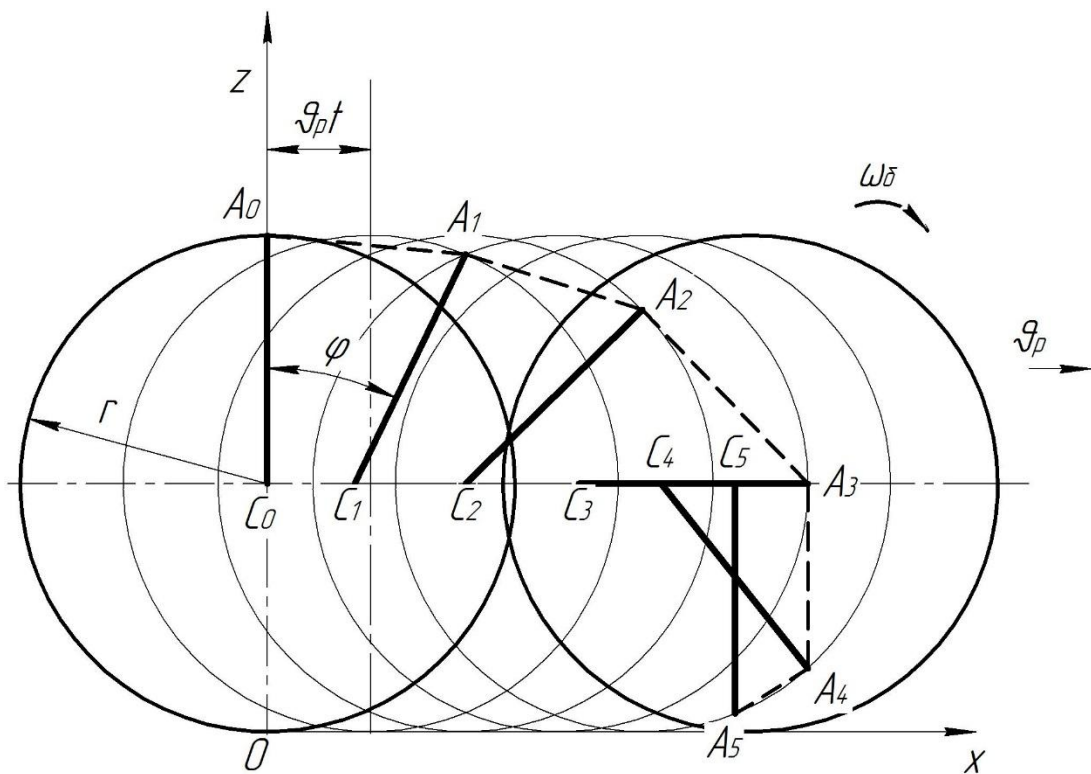


Рисунок 2.4 - Траекторія руху пучка ворсин

Розглянемо рух одного пучка ворсин. Барабан обертається з  $n$  обертів в

секунду по ходу руху очищувача. Початкове положення пучка ворсин приймаємо, коли його вісь знаходиться у вертикальній площині, в точці О (рисунки 2.4). Нерухомі осі координат ОХ, ОУ, і ОZ з початком у точці О розташуємо так, щоб вісь ОХ знаходилася на рівні кінця пучків ворсин при нижньому її положенні і була спрямована у бік поступального руху. Вісь ОУ проходить перпендикулярно до осі ОХ в горизонтальній площині, вісь ОZ - вертикально вгору.

Вісь барабана за час повороту щітки на кут  $\omega t$  пересунулася вперед зі швидкістю  $\mathcal{G}_p$  на відстань  $S = \mathcal{G}_p t$  (рисунки 2.4). Координати пучка ворсин по відношенню до нерухомих осей Х та Z визначаються за параметричними рівняннями:

$$\begin{cases} x = \mathcal{G}_p t - (R - \Delta L_0) \sin \omega_0 t \\ y = (R - \Delta L_0) - (R - \Delta L_0) \cos \omega_0 t, \end{cases} \quad (2.22)$$

де R - радіус щітки по кінцях ворсин, м;

$\Delta L_0$  – деформація ворсин, м.

Рівняння (2.22) повністю визначає траєкторію руху щіткового барабана, яка є трохойдою.

Враховуючи те, що по колу барабана рівномірно розташовано z лопатей, що складаються з пучків ворсин, центральний кут між сусідніми елементами дорівнюватиме  $2\pi/z$ . За час повороту барабана на центральний кут, вісь барабана переміститься на відстань

$$S_z = \frac{2\pi}{z\omega_a} \mathcal{G}_p, \quad (2.23)$$

Вираз (2.23) є подачею на щітковий барабан. Подача прямо пропорційна

поступальній швидкості очищувача і обернено пропорційна числу елементів (лопатей) і кутовій швидкості обертання барабана. Підставивши у цю формулу вираз

$$\omega_{\sigma} = \frac{\mathcal{G}_{\sigma}}{R} \text{ отримаємо: } S_z = \frac{\mathcal{G}_p 2\pi}{\mathcal{G}_{\sigma} z}. \quad (2.24)$$

де  $\mathcal{G}_{\sigma}$  - колова швидкість обертання барабана, м/с.

Позначивши  $\frac{\mathcal{G}_{\sigma}}{\mathcal{G}_p} = \lambda$ , представимо рівняння (2.24) у вигляді:

$$S_z = \frac{2\pi R}{z\lambda}. \quad (2.25)$$

де  $\lambda$  - кінематичний параметр барабана, що є відношення колової швидкості обертання барабана до поступальної швидкості очищувача.

Як видно з рівняння (2.25), зі збільшенням числа лопатей -  $z$  на барабані або зі збільшенням  $\lambda$  - величина подачі на одну лопать зменшується.

Однак, при надмірному збільшенні  $\lambda$  та поступальної швидкості  $\mathcal{G}_p$ , збільшується витрата енергії на переміщення та відкидання гною на певну відстань. З іншого боку, зі збільшенням діаметра барабана, подача на лопать барабана збільшується при постійних  $z$  та  $\lambda$ . Це пояснюється зменшенням кутової швидкості обертання барабана.

Швидкість очищення, що означає абсолютну швидкість кінця ворсин барабана, займає відокремлене місце серед інших параметрів. При одночасному збільшенні або зменшенні колової та поступальної швидкості барабана швидкість очищення збільшується в такій же мірі, викликаючи відповідне збі-

льшення чи зменшення енерговитрат.

З рівнянь (2.22) визначаємо горизонтальну та вертикальну складові абсолютної швидкості руху ворсини:

$$\mathcal{G}_x = \frac{dx}{dt} = \mathcal{G}_p - (R - \Delta L_0) \omega_{\sigma} \sin \omega_{\sigma} t. \quad (2.26)$$

$$\mathcal{G}_y = \frac{dy}{dt} = (R - \Delta L_0) \omega_{\sigma} \sin \omega_{\sigma} t. \quad (2.27)$$

Абсолютна швидкість дорівнює:

$$\mathcal{G}_a = \sqrt{\mathcal{G}_x^2 + \mathcal{G}_y^2}. \quad (2.28)$$

Після деяких перетворень отримаємо:

$$\frac{\mathcal{G}_a}{\mathcal{G}_e} = \sqrt{1 + \frac{1}{\lambda^2} - \frac{2}{\lambda} \cos \omega_{\sigma} t}. \quad (2.29)$$

З урахуванням того, що барабан обертається зверху вниз, тобто попутно, маємо:

$$\omega_{\sigma} t = \frac{3\pi}{2} + \varphi. \quad (2.30)$$

Кут  $\varphi$  має робочі межі від 0 до  $\pi$ , тобто найбільше значення  $\sin \varphi = 1$ , при  $\varphi = \pi/2$ .

Щоб частинки гною переміщалися поверхнею стійла при повороті щітки на кут  $\pi/2$  від початкового положення, необхідно виконання умови  $\vartheta_p < \vartheta_a$  або  $\lambda > 1$ .

Таким чином, за вказаної вище умови пучок ворсин щітки може захопити частинки гною та перемістити їх після того, як він повернеться від початкового положення на кут  $\varphi_1$ . Фактично переміщення частинок починається при повороті пучка ворсин на кут  $\varphi_n \gg \varphi_1$ , а саме, при зіткненні ворсин з гноем, товщина якого в середньому становить 15...50мм.

Необхідною умовою очищення поверхні стійла від гною є підйом його ворсинами щітки. Для безпідстилкового гною вологістю 82...90 % це можна здійснити при  $\lambda > 8$ . Оптимальне значення  $\lambda = 10$ . Пучки ворсин розташовані рядами циліндричної поверхні щітки і є своєрідною лопаттю. Визначимо ділянку, що очищається такою лопатою за один оберт щітки, тобто встановимо зону очищення стійла однією лопаттю. При  $\vartheta_p = 0$  за час  $t_0$  лопать  $OA_0$  (рис. 2.5), повертаючись на кут  $2\varphi_0$ , очищає ділянку довжиною  $S_l$ . Кут повороту лопаті

$$2\varphi_0 = \omega_\sigma t_0, \quad (2.31)$$

де  $t_0$  - час контакту лопаті з поверхнею стійла, с.

Рухаючись зі швидкістю  $\vartheta_p$ , за час  $t_0$  щітка пройде шлях  $S_p = \vartheta_p t_0$ . Отже, повна зона очищення  $S_\Sigma$ , що очищується лопатою  $OA_0$ , визначиться:

$$S_\Sigma = S_l + S_p. \quad (2.32)$$

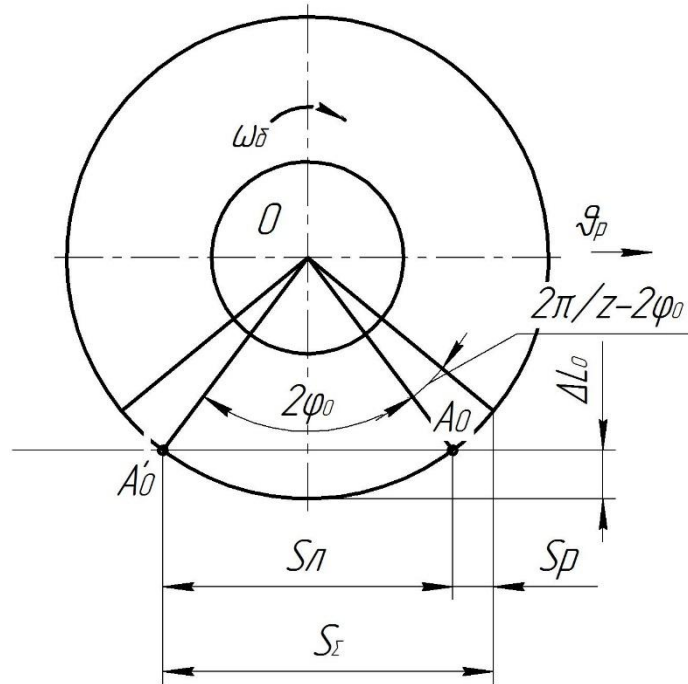


Рисунок 2.5- Схема для визначення зони очищення лопаттю щітки.

Так як на щітковому барабані не одна, а  $z$  лопатей і, враховуючи, що  $2R=D$ , отримаємо:

$$S_{z\Sigma} = zD \left( \sin \arccos \frac{R - \Delta L_0}{R} + \mathcal{G}_p \frac{\arccos \frac{R - \Delta L_0}{R}}{28,56\omega_6} \right). \quad (2.33)$$

Для якісної очистки поверхні стійла необхідно, щоб лопаті очищувача працювали з перекриттям.

$$S_n = S_l + S'_p. \quad (2.34)$$

де  $S_n$  - зона перекриття двох сусідніх лопатей, м/

$$S'_p = \mathcal{G}_p t, . \quad (2.35)$$

де  $\vartheta_p$  - робоча (поступальна) швидкість очищувача, м /с;

З урахуванням цього отримуємо:

$$S_n = D \left( \sin \arccos \frac{R - \Delta L_0}{R} - \vartheta_p \frac{\frac{2\pi}{z} \arccos \frac{R - \Delta L_0}{R}}{57,3\omega_6} \right). \quad (2.36)$$

Аналіз формули (2.36) показує, що величина перекриття є функцією  $D$ ,  $z$ ,  $\omega$ ,  $\vartheta_p$  і  $\Delta L_0$ . При зміні цих змінних, величина перекриття прийматиме різні значення. Найбільш характерними є три випадки:

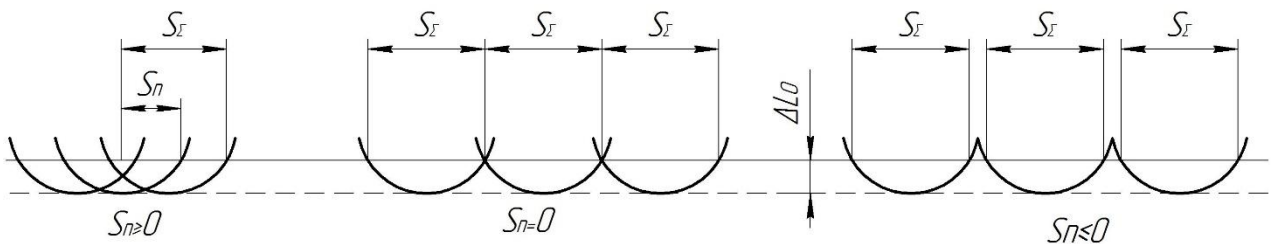


Рисунок 2.6 - Різновид очищення поверхні мобільним щітковим очищувачем при різній величині зони перекриття

З усіх трьох випадків (рисунок 2.6) зоотехнічних вимог очищення відповідає перший та частково другий варіант. Третій варіант є неприйнятним, так як при цьому залишаються ділянки (пропуски) на які лопаті щітки не впливають.

Крім того, можна визначити коефіцієнт перекриття

$$K_{пер.} = \frac{S_n}{S_\Sigma}. \quad (2.37)$$

Коефіцієнт перекриття показує, яка частина зони очищення попередньої лопаті перекривається наступною лопаттю.

Фактична зона очищення за один оберт:

$$S_{\phi} = S'_p z = D g_p \frac{z}{57,3 \omega_{\phi}} \frac{2\pi \arccos \frac{R - \Delta L_0}{R}}{z}. \quad (2.38)$$

З урахуванням  $S_{\text{л}}$ , отримаємо:

$$n = \frac{g_p}{z D \sin \arccos \frac{R - \Delta L_0}{R}}. \quad (2.39)$$

При визначенні числа обертів щіткового барабана за формулою (2.39) враховуються всі фактори, що впливають на якість очищення стійла та режим роботи очисника. Величина пружної деформації ворсин значного впливу на режим роботи не надає. Для визначення оптимальних обертів щітки під час очищення стійл від безпідстилкового гною вологістю до 90 % необхідно у формулу (2.39) ввести поправочний коефіцієнт  $K_0$  (коефіцієнт відриву, що враховує внутрішні зв'язки частинок гною).

## 2.5 Висновки

Теоретичні дослідження процесу очищення стійл великої рогатої худоби дозволили отримати формули для визначення основних конструктивно-режимних параметрів очищувача: діаметра щіткового барабана, довжини ворсини, величини пружної деформації, траєкторії руху частинки гною, траєкторії



руху лопаті, зони очищення, а також обертів щіткового барабана.

### 3 Теоретичні дослідження процесу очищення стійл від гною

В зв'язку зі складністю проведення експериментальних досліджень, в нашій роботі буде проведено теоретичне моделювання процесу очищення стійл від гною. Для цього використаємо конструкційно-технологічні параметри, отримані в попередньому розділі.

При виконанні очисних робіт барабанним щітковим очисником, енергія витрачається як виконання корисної роботи з відділення частинок гною від поверхні стійла, і на подолання додаткових опорів.

Баланс потужності, що витрачається щіткою, складається з наступних основних складових:

$$N = N_z + N_m + N_e + N_a + N_d, \quad (3.1)$$

де  $N$  - загальна потужність приводу щітки без урахування втрат у трансмісії, Вт;

$N_z$  і  $N_m$  - витрати потужності на подолання опору зсуву частинок та тертя ворсу по поверхні, Вт;

$N_e$  - потужність на відкидання частинок, що відокремилися, Вт;

$N_a$  - потужність на подолання аеродинамічного опору обертання щіткового барабана, Вт;

$N_d$  - безповоротні втрати потужності на деформацію ворсин, Вт.

Зсув частинок, їх виривання з зв'язної маси і тертя ворсин об поверхню обумовлено силою  $P$ , що впливає на цю поверхню. Виходячи з цього сумарне значення складових  $N_z$  і  $N_m$  може бути знайдено з виразу:

$$N_z + N_m = \frac{\Sigma A_p}{T} = iP_c g_c, \text{ Вт}, \quad (3.2)$$

де  $\Sigma A_p$  - сумарна робота з відділення та зсуву частинок за час  $T$ , Дж;

$i$  - кількість ворсин на сердечнику щітки, шт.;

$P_c$  - середнє значення сили за час контакту, Н;

$g_c$  - середня швидкість переміщення ворсини поверхнею, м/с.

Графоаналітичний метод дозволяє записати:

$$A_p = 0,685k_0 x P_{\max}, \text{ Дж}, \quad (3.3)$$

де  $k_0$  - коефіцієнт відриву ворсиної частки гною з гнойової маси;

$x$  - довжина шляху контакту ворсини з поверхнею, м.

Сумарна робота всіх ворсин щітки за один повний оборот щітки:

$$\Sigma A = iA_p, \text{ Дж}, \quad (3.4)$$

Отже

$$N_z + N_m = 0,685k_0 x S z P_{\max}, \text{ Вт}, \quad (3.5)$$

де  $n$  - частота обертання барабана,  $\text{с}^{-1}$ .

Тоді

$$N_z + N_m = 4,3k_0 (R - L_0) B \eta P_{\max} g_c, \text{ Вт}, \quad (3.6)$$

Потужність, що витрачається на відкидання частинок, що відокремилися з поверхні, що очищається

$$N_{\epsilon} = K_{\text{эф}} \frac{B g_p Z_{\text{ст}}}{204g} (a g_{\text{щ}}^2 + b g_{\text{щ}} + c), \quad \text{Вт}, \quad (3.7)$$

де  $K_{\text{эф}}$ -коефіцієнт ефективності щітки;

$Z_{\text{ст}}$ -забрудненість стійла, кг/м;

$a, b, c$  - коефіцієнти, що визначаються за формулами:

$$a = \frac{g_p^2}{g_{\text{щ}}^2} + \frac{3g_p}{g_{\text{щ}}} \cos \beta_0 + 0,5 \cos^2 \beta_0, \quad \text{Вт}, \quad (3.8)$$

$$b = \frac{3,2g_p}{g_{\text{щ}}} \cos \beta_0 + 9,6 \cos^2 \beta_0, \quad \text{Вт}, \quad (3.9)$$

$$c = 5,12 \cos^2 \beta_0, \quad \text{Вт}, \quad (3.10)$$

Максимальне значення коефіцієнтів спостерігається за  $\beta_0=0$ .

Потужність на подолання аеродинамічного опору щітки може бути знайдена за формулою:

$$N_a = \frac{K_a D i \gamma_v}{204g} - \omega^2 \frac{R^4 - (R - L_0)^4}{4}, \quad \text{Вт}, \quad (3.11)$$

де  $\gamma_v$  - об'ємна вага повітря (1,2 кг/м<sup>3</sup>).

$K_a$  - загальний коефіцієнт опору повітря обертанню щітки (враховує обтічність ворсин, умови доступу повітря до неї, додаткові динамічні опори, що виникають в результаті руху частинок повітря разом з ворсом).

Витрати потужності на деформацію неметалевого ворсу визначаються за такою формулою:

$$N_{\partial} = \frac{EI\sqrt{n}}{6600L_0} i\varphi, \text{ Вт}, \quad (3.10)$$

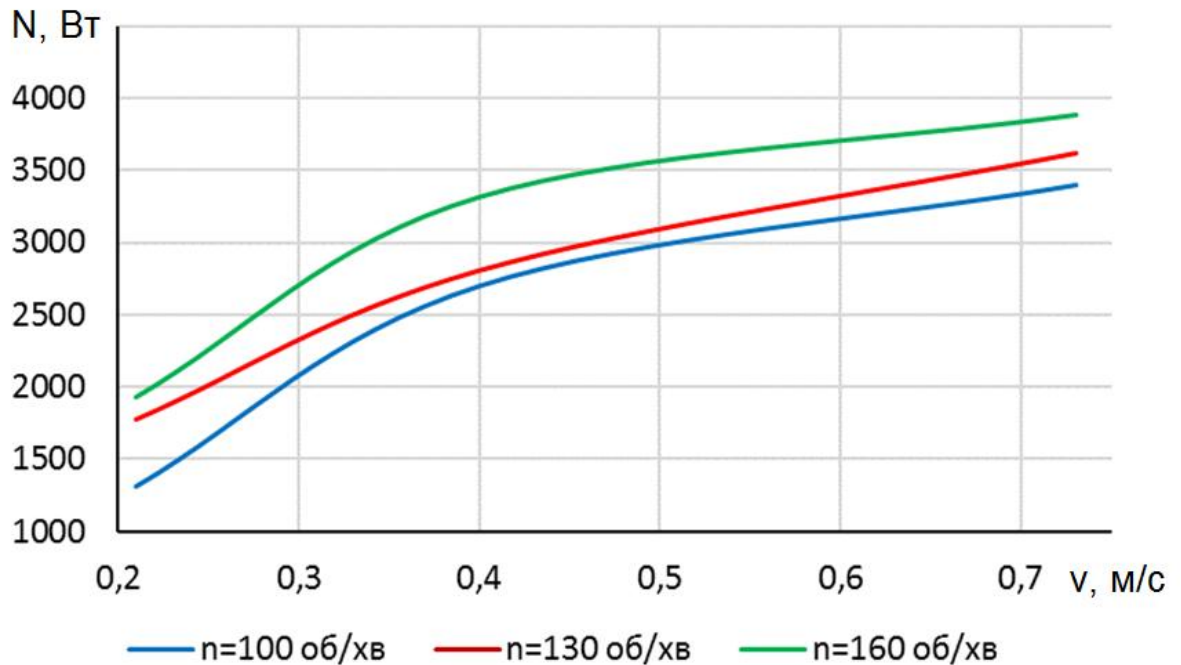
де  $I$  - найменший момент інерції поперечного перерізу ворсини,  $\text{см}^4$ ;

$\varphi$  - максимальний кут повороту граничних перерізів ворсини при заданій деформації  $L_0$ , рад.

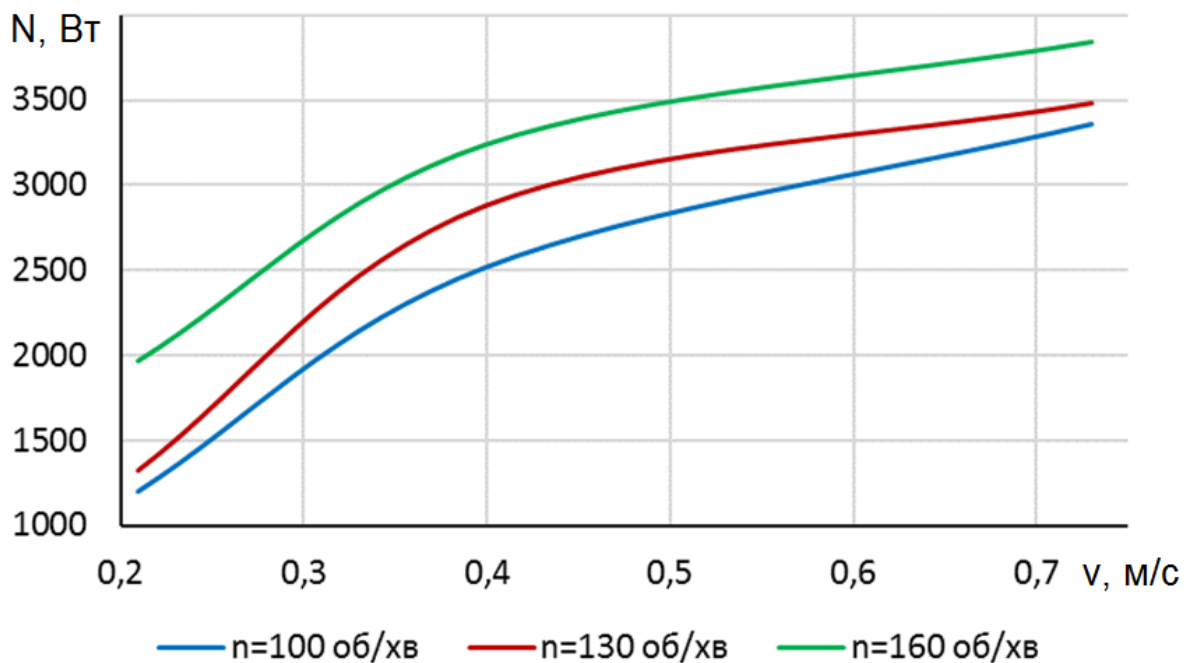
За результатами розрахунків потужності на привід побудовано графіки (рис. 3.1). При збільшенні кількості лопатей з 3 до 5 сумарна енергоємність зростає, оскільки збільшується кількість впливів ворсу на поверхню за один оберт барабана, а це призводить до зростання енерговитрат на тертя. Мінімальна енергоємність (4500...5000 Вт) спостерігається при 3 лопатях і частоті  $n = 100...130$  об/хв. Мінімум енергоємності знаходиться в зоні 3 лопатей при швидкості  $v = 0,30 \dots 0,32$  м/с. Потім спостерігається підвищення енергоємності та досягається максимум при  $K_L = 5, v = 0,58...0,60$  м/с. Подальше зростання швидкості руху призводить до незначного зменшення енергоємності внаслідок того, що при швидкому русі очищувача частина гною зсувається за межі ширини захвату.

На графіку добре видно, що зі збільшенням поступальної швидкості зростає потужність витрачається на очищення. Причому при кількості лопатей від 3 до 5 допускається робота очищувача з вищою швидкістю за тих же витратах потужності. Аналіз графіка показує, що з кількості лопатей 3 витрати потужності мінімальні. При збільшенні частоти обертання та кількості лопатей, витрати потужності також зростають. Однак подальше збільшення кількості лопатей незначно впливає на потужність, що витрачається. Маса гною, що зчищається з поверхні, подається до шнека, який зрушує її до скребкового навантажувача, що здійснює транспортування гною в кузов. Взаємодія кожного робочого органу у цьому технологічному ланцюжку має бути узгоджено з роботою попереднього, тобто. продуктивність шнека повинна відповідати безперервній роботі щіткового барабана, а навантажувач повинен встигати забирати

масу, що накопичується. гною. Все це необхідно для досягнення необхідної якості очищення та достатньої продуктивності. Крім того, швидкість скребкового навантажувача повинна задовольняти умову відриву частинок гною від скребків у час скидання гною до кузова.



а



б

Рисунок 3.1 – Залежність теоретичної потужності від швидкості руху очищувача при різній частоті обертання щітки з трьома (а) та п'ятьма (б) лопатями

Через особливі реологічні властивості гною (липкість і в'язкість), деяка частина гною в будь-якому випадку налипне на скребки і повернеться до зони приймального відділення. Тому швидкість скребкового навантажувача повинна бути такою, щоб звести до мінімуму повернення налиплих частинок гною в приймальну зону.

### **Висновки**

Аналіз залежностей, енергоємності дозволяє отримати раціональні значення конструктивно-режимних параметрів очисника, що забезпечують відповідну зоотехнічним вимогам якість очищення та мінімальну енергоємність:

- частота обертання щіткового барабана  $n=120$  об/хв';
- поступальна швидкість очисника  $V=0,3$  м/с;
- кількість лопатей на щітковому барабані  $K_L=3$  шт.

## **4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **4.1 Загальні визначення та поняття**

Охорона праці - це система збереження здоров'я та життя працівників у процесі трудової діяльності.

Безпека - відсутність неприпустимого ризику, пов'язаного з можливістю завдання збитків. «Безпека праці - умови, за яких на працівників не впливають небезпечні та шкідливі виробничі фактори або відсутній неприпустимий виробничий ризик, пов'язаний із можливістю заподіяння шкоди здоров'ю працівників. Безпечними вважаються такі умови праці, за яких вплив шкідливих та (або) небезпечних виробничих факторів виключено, або рівні їх впливу не перевищують встановлених нормативів. Безпека праці - це система організаційно-технічних заходів, спрямованих на захист працюючих від можливого впливу небезпечних виробничих факторів. Вона містить вимоги, виконання яких має забезпечити необхідний рівень безпеки підприємства загалом, окремих його приміщень, обладнання та інших елементів виробничої інфраструктури».

Ергономіка (від грецьких: *ergon* - робота і *nomos* - закон) - це наука, що вивчає людину в умовах виробництва з метою оптимізації умов праці, знарядь праці тощо, враховуючи при цьому антропологію, економію сил та ін.

«Технічна естетика - це наука, що вивчає виробниче середовище з метою її гармонізації, покращення, зручності та краси. Технічна естетика є теоретичною основою дизайну. Провідний фактор - фактор, специфічна дія якого на організм працівника проявляється найбільшою мірою при комбінованій чи поєднаній дії ряду факторів».

«Шкідливі умови праці - умови праці, що характеризуються наявністю шкідливих виробничих факторів, що надають несприятливий вплив на організм працюючого та його потомство. Шкідливий виробничий чинник - чинник середовища проживання і трудового процесу, вплив якого на працівника може викликати професійне захворювання чи інше порушення стану здоров'я, пошкодження здоров'я потомства».

«Гігієнічні критерії оцінки умов праці – показники, що дозволяють оцінити ступінь відхилень параметрів виробничого середовища та трудового процесу від діючих гігієнічних нормативів. Гігієна праці - профілактична медицина, що вивчає умови та характер праці, їх вплив на здоров'я та функціональний стан людини та розробляє наукові основи та практичні заходи, спрямовані на профілактику шкідливої та небезпечної дії факторів робочого середовища та трудового процесу на працівників. Це система забезпечення здоров'я працюючих у процесі праці, що включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні та інші заходи».

«Промислова санітарія - це комплекс заходів, що мають на меті довести до прийняттого рівня ризик впливу на працівника несприятливих умов виробничого середовища. Негативні фактори трудового процесу призводять до зниження працездатності та погіршення якості продукції, що випускається. Тривалий вплив несприятливих умов праці може призвести до порушення здоров'я працюючого, розвитку професійного захворювання чи інвалідності».

«Гігієнічні нормативи умов праці (ГДК, ПДУ) - рівні факторів робочого середовища, які при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин, але не більше 40 годин на тиждень, протягом усього робочого стажу не повинні викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи або у віддалені терміни життя сьогодення та наступного покоління».

Дотримання гігієнічних нормативів виключає порушення здоров'я в осіб із підвищеною чутливістю. Таким чином, ПДК - це нормоване значення шкідливого фактора, встановлене в стандартах, санітарних нормах та інших норма-



тивних актах охорони праці. Гігієнічні нормативи обґрунтовано з урахуванням 8-годинної робочої зміни. За більшої тривалості зміни, але не більше 40 годин на тиждень.

Особливістю виробничих процесів у тваринництві є поєднання праці людини, предмета праці та засобів праці. У цьому предметом праці є тварини. З погляду надійності та безпеки розглядається система Людина – Машина – Тварина – Середовище (Л-М-Т-С). Виходячи з цього, проводиться аналіз небезпечних ситуацій у процесі її функціонування, що дає можливість передбачити стан на основі цього розробляти методи, засоби та комплекс заходів, що забезпечують безпеку праці у тваринництві.

#### **4.2 Аналіз факторів виробничого середовища процесу видалення гною**

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори процесу видалення гною достатньо вивчені, і в даний час створені захисні пристрої для забезпечення здорових та безпечних умов праці. Важливо у всіх випадках потенційну небезпеку чи шкідливість своєчасно виявити та розробити такі заходи, які повністю їх знешкоджують та виключають.

Аналіз причин виробничого травматизму в сільському господарстві показує, що щорічно 35...42% нещасних випадків трапляються внаслідок дії небезпечних виробничих факторів, які допускаються у виробничому обладнанні та технологічних та трудових процесах. Особлива увага приділяється питанням безпеки під час обслуговування систем гноєвидалення. Оскільки ефективне вирішення цієї проблеми передбачає системний підхід, що включає розгляд у взаємозв'язку всіх виробничих операцій, тобто видалення гною з приміщень, транспортування його, переробку, зберігання та використання. Крім того, проблема раціонального використання гною як добрива при одночасному дотриманні вимог захисту навколишнього середовища від забруднень має важливе значення. Рівень механізації робіт із видалення гною сягає 70-75%, а трудові

витрати становлять 20-30% загальних витрат. Основними причинами виробничого травматизму при обслуговуванні систем гноєвидалення є:

- не захищені або не закриті приямки гноєвидаючих транспортерів на фермі;
- допускається експлуатація приводів транспортерів для видалення гною без захисних огорож;
- падіння та утоплення в незакритих колодязях та ямах;
- допуск до роботи осіб недостатньо навчених та проінструктованих, які мають невеликий стаж роботи (менше 1 року).

При проведенні планових та аварійно-відновлювальних робіт у каналізаційних системах на об'єктах АПК відбувається до 12% від загальної кількості смертельних травм. Особливістю праці працівників тваринництва є у повітрі робочої зони різних шкідливих речовин. Повітряне середовище тваринницьких приміщень постійно забруднене газоподібними домішками, що зумовлені життєдіяльністю тварин, а також продуктами розкладання екскрементів, залишків кормів. До них відносяться аміак, сірководень та ін. Нерідко має місце підвищений вміст вуглекислоти. Концентрації газоподібних домішок повітря виробничих приміщень непостійні і залежить від архітектурно-планувальних рішень, способу утримання худоби, типу годівлі, способу гноєвидалення, системи вентиляції та інших. Концентрації цих речовин найчастіше перебувають лише на рівні ГДК чи нижче їх.

Умови праці тваринництві призводять до виникнення низки запальних і хронічних захворювань працівників: верхніх дихальних шляхів, патології органів зору, шкірних покривів та інших. У разі промислового тваринництва зростає роль шуму як чинника виробничого середовища. Одним із джерел, поряд з іншими, є системи, що використовуються для видалення гною. Вони можуть генерувати високочастотний шум в межах 87-90 дБА і більше, що може несприятливо позначатися на здоров'ї працівників.

#### **4.3 Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів при видаленні гною**

Для поліпшення умов праці у тваринництві слід виконувати вимоги до технологічних ліній прибирання, транспортування та утилізації гною:

- своєчасне та якісне видалення гною з тваринницьких приміщень за мінімальної витрати чистої води;
- обробка його з метою виявлення інфекцій та подальшого знезараження;
- дегельмінтизація;
- дегельмінтизація;
- виключення забруднення навколишнього природного середовища, а також поширення інфекцій та інвазій;
- забезпечення оптимального мікроклімату, максимальної чистоти тваринницьких приміщень.

Для створення санітарно-гігієнічних умов та полегшення праці працівників тваринництва необхідно здійснювати такі заходи:

- механізувати прибирання гною та інші роботи на тваринницьких фермах;
- забезпечити належний санітарно-гігієнічний утримання тварин у приміщеннях, зокрема своєчасне прибирання гною та застосування доброякісної підстилки, справний стан та безвідмовну роботу каналізаційної та вентиляційної систем;
- виділяти приміщення для обслуговуючого персоналу тваринницької бригади, обладнати його шафами для зберігання особистого одягу та взуття, умивальником, милом, рушником, теплою водою, аптечкою для надання першої допомоги з медикаментами та перев'язувальним матеріалом, а також забезпечити кожного працівника тваринництва спеціальним взуттям та захисними засобами за чинними нормами.

Для збереження здоров'я та підвищення продуктивності праці працівників тваринницьких ферм необхідна систематична перевірка здоров'я працюючих, суворе виконання ветеринарно-санітарних заходів, дотримання заходів безпеки.

#### 4.4 Правила безпечного виконання робіт при видаленні гною

До обслуговування системи гноєвидалення допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли виробниче навчання, вступний та первинний на робочому місці інструктаж з охорони праці. Робочі, які обслуговують електрифіковані установки, повинні пройти додаткове навчання та інструктаж з електробезпеки із присвоєнням першої групи допуску. Усі робітники протягом перших двох змін виконують роботу під наглядом бригадира ферми, після чого допускаються до самостійної роботи. Робочий повинен виконувати лише ту роботу, якою пройшов інструктаж і яку видано завдання, не перепоручати свою роботу іншим особам. Необхідно дотримуватися правил внутрішнього розпорядку.

Перед початком робіт оглянути спецодяг, спец взуття, засоби індивідуального захисту, переконатися в їх справності, одягнути і підігнати їх так, щоб не швидко розвіваються і вільно звисають підлогу, зав'язок і кінців; заправити волосся під головний убір, перевірити на робочому місці наявність аптечки та її комплектність. Увімкнути освітлення, переконатися, що робоче місце добре освітлене. Оглянути робоче місце, слизькі поверхні підлоги посипати тирсою або піском, перевірити наявність та справність необхідного інструменту та пристроїв. Включити вентиляцію, переконатись у її нормальній роботі. Перевірити наявність та справність захисних огорож. Переконатися в надійності їхнього кріплення Перевірити справність та працездатність аварійної сигналізації, наявність вогнегасників, піску та інших засобів пожежогасіння. Перевірити справний стан лопат, вил, скребків та чистиків, які мають бути щільно насаджені на рукоятки. Рукоятки повинні бути гладкими без задирок, тріщин та сучків. Перевірити наявність та справність перехідних містків через гнойові канали, також наявність та справність огороження гнойових каналів та поворотних пристроїв транспортерів, ґратчастих підлог та покриттів. Перевірити стан скребків транспортера і поворотних пристроїв.

Під час роботи транспортера слід проводити очищення стійл скребками зі справними ручками, при цьому необхідно перебувати поза зоною дії робо-

чих органів. При очищенні стійл скребками не допускається торкання чи удару тварин. Забороняється перегін тварин під час роботи установок. Під час очищення стійл від гною не допускати навантаження транспортерів, а також потрапляння на них сторонніх предметів. Обслуговування похилого транспортера на висоті проводити за допомогою підмостків шириною не менше 1 м, що мають міцні настили та перила. Висота огорожувальних поручнів не менше 1 м. Не залишати увімкненими транспортери та скреперні установки без нагляду.

По завершенні зміни вимкнути пускову апаратуру приводу скребкової та переконатися у повній їх зупинці. Очистити обладнання від гною, здійснити щоденне технічне обслуговування. Зняти спецодяг, упорядкувати його і здати на зберігання. Вимити руки теплою водою за необхідності прийняти душ. Повідомити керівника робіт про всі недоліки, які є під час робіт.

Аварійні роботи (обігрів труб, зварювання та використанням вогню та високих температур), а також спуск у колодязі проводити за нарядом допуску з виконанням відповідних заходів пожежо-, вибухобезпеки та під контролем керівника робіт. У разі пожежі слід негайно повідомити про те, що трапилося в пожежну частину та керівника робіт, подати сигнал пожежної тривоги і приступити до гасіння пожежі, наявними засобами. При нещасному випадку надати потерпілому першу (долікарську) допомогу, за необхідності викликати лікаря або доставити потерпілого до лікувального закладу. Зберегти обстановку на момент події та повідомити керівника робіт.

#### **4.5 Порядок дій при виникненні надзвичайної ситуації**

Однією з можливих надзвичайних ситуацій сьогодення є, хімічна аварія - це порушення технологічних процесів на виробництві, пошкодження трубопроводів, ємностей, сховищ, транспортних засобів, що призводить до викиду аварійних хімічно небезпечних речовин (АХНР) в атмосферу в кількостях, що становлять небезпеку для життя та здоров'я людей, функціонування біосфери.

Великі запаси АХНР, головним чином хлору, аміаку, фосгену, синильної кислоти, сірчистого ангідриду та інших речовин, мають у своєму розпорядженні хімічні, целюлозно-паперові та переробні комбінати, заводи мінеральних добрив, чорної та кольорової металургії, а також холодокомбінати та водопровідні станції.

Небезпека хімічної аварії для людей і тварин полягає у порушенні нормальної життєдіяльності організму та можливості віддалених генетичних наслідків, а за певних обставин – у летальному результаті при попаданні АХР в організм через органи дихання, шкіру, слизові оболонки, рани та разом із їжею.

Як діяти при хімічній аварії. При сигналі «Увага всім!» увімкніть радіо та телевізор для отримання достовірної інформації про аварію та рекомендовані дії. Закрийте вікна, вимкніть електропобутові прилади та газ. Надягніть гумові чоботи, плащ, візьміть документи, необхідні теплі речі, 3-х добовий запас продуктів, що не псуються, сповістите сусідів і швидко, але без паніки виходьте із зони можливого зараження перпендикулярно напрямку вітру, на відстань не менше 1,5 км від попереднього місця перебування.

Для захисту органів дихання використовуйте протигаз, а за його відсутності – ватно-марлеву пов'язку або підручні вироби з тканини, змочені у воді, 2-5% розчині харчової соди (для захисту від хлору), 2% розчині лимонної або оцтової кислоти (для захисту від аміаку).

При неможливості залишити зону зараження щільно закрийте двері, вікна, вентиляційні отвори та димарі. Наявні в них щілини заклейте папером або скотчем. Не ховайтеся на перших поверхах будівель, у підвалах та напівпідвалах.

При аваріях на залізничних та автомобільних магістралях, пов'язаних із транспортуванням АХНР, небезпечна зона встановлюється в радіусі 200 м від місця аварії. Наближатися до цієї зони та входити до неї категорично заборонено.

При підозрі на враження АХНР виключіть будь-які фізичні навантаження, прийміть питво (молоко, чай) і негайно зверніться до лікаря. Якщо Ви потрапили під безпосередню дію АХНР, то при першій нагоді прийміть душ.

Заражений одяг випрайте, а при неможливості прання - викиньте. Проведіть ретельне вологе прибирання приміщення. Утримайтеся від вживання водопровідної (колодезної) води, фруктів та овочів з городу, м'яса худоби та птиці, забитих після аварії, до офіційного висновку про їхню безпеку.

#### **4.6 Висновки**

Проведено огляд нормативних параметрів, які визначають поняття охорона праці. Визначено, які саме шкідливі та небезпечні фактори можуть діяти на працівника в процесі видалення гною. Для уникнення їх дії запропоновано відповідні заходи та приведено правила проведення безпечних робіт при роботі з обладнанням для видалення гною. Приведено порядок дій при виникненні надзвичайної ситуації, а саме – хімічної аварії.

## 5 Економічне обґрунтування технологічного процесу видалення гною на фермі ВРХ

Порівнювати будемо дві технології видалення гною за стандартною технологією, яка включає очищення стійл вручну та запропоновану схему. Розрахунок проведемо на прикладі стандартного корівника прив'язного утримання на 200 голів.

Так як розроблена машина замінює ручну операцію з очищення стійл від гною нам необхідно розрахувати питомі експлуатаційні витрати саме для нового варіанту. Витрати для базового варіанту будуть включати заробітну платню оператора по догляду за тваринами, їх ми розрахуємо виходячи з даних табл. 1.1., а саме трудомісткість виконання вказаної операції з розрахунку обслуговування однієї корови на рік – 24,3 люд-год/рік.

$$ЗП_{\phi} = t \cdot m \cdot f \cdot \delta, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де  $t$  – трудомісткість виконання операції очищення стійл з розрахунку обслуговування однієї корови на рік – 24,3 люд-год/рік;

$m$  – кількість корів, гол;

$f$  – годинна тарифна ставка одного працівника, грн./год. Мінімальна заробітна плата. З початку 2021 року складає у місячному розмірі – 6500 грн., у погодинному розмірі – 39,12 грн., приймаємо  $f = 39,12$  грн./год.;

$\delta = 1,22$  – коефіцієнт нарахування на заробітну плату.

$$ЗП_{\phi} = 24,3 \cdot 200 \cdot 39,12 \cdot 1,22 = 231950,30 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для варіанту з використанням розробленого очищувача розрахуємо за відомою методикою.



Загальні експлуатаційні витрати складуть

$$EB = 3П + A + P + E, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де 3П – витрати на виплату обслуговуючому персоналу заробітної плати, грн;

A – амортизаційні відрахування, грн;

P – витрати на ремонт і технічне обслуговування обладнання, грн;

E – витрати на електроенергію, грн.

Витрати на заробітну плату визначимо з виразу

$$З = n \cdot t \cdot f \cdot \delta \cdot D, \text{ грн.}, \quad (5.2)$$

де  $n$  – чисельність обслуговуючого персоналу, люд.;

$t$  – тривалість роботи машини на добу, год.;

$\delta$  – коефіцієнт нарахування на заробітну плату;

$D$  – кількість робочих днів на рік;

Тривалість роботи машини на добу визначимо виходячи умов і режимів роботи в корівнику при 2-х разовій очистці стійл та ґрунтуючись на отриманих в розділі 3 та 2 характеристик роботи машини.

$$t = \frac{2mL}{3600kV_p}, \text{ год.}, \quad (5.3)$$

де  $L$  – ширина стійла, м.  $L=1,2$  м;

$V_p$  – швидкість руху очищувача стійл, м/с. З розділу 3  $V_p=0,3$  м/с;

$k$  – коефіцієнт, що враховує транспортування гною до місця розвантаження,  $k=0,7$ .

$$t = \frac{2 \cdot 200 \cdot 1,2}{3600 \cdot 0,7 \cdot 0,3} = 0,63 \text{ год.}$$

$$ЗП = 1 \cdot 0,63 \cdot 39,12 \cdot 1,22 \cdot 365 = 10997,12 \text{ грн.},$$

Амортизаційні відрахування

$$A = \frac{B \cdot \alpha}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.4)$$

де  $B$  – балансова вартість машини, грн.  $B=480\,000$  грн.

$\alpha$  – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машин та обладнання, %.  $\alpha=10\%$ .

$$A = \frac{480000 \cdot 10}{100} = 48000 \text{ грн.}$$

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування техніки обчислюють за виразом

$$P = \frac{B \cdot \beta}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.5)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт відрахувань на ремонт обладнання та машин, %.  $\beta = 3\%$ .

$$P = \frac{480000 \cdot 3}{100} = 14400 \text{ грн.},$$

Витрати на електроенергію визначимо за формулою

$$E = N \cdot t \cdot D \cdot c_e, \text{ грн.}, \quad (5.6)$$

де  $N$  – потужність обладнання, кВт. З розділу 3  $N = 5$  кВт;  
 $c_e$  – вартість електроенергії, грн/кВт·год.

$$E = 5 \cdot 0,63365 \cdot 2,32 = 2667,42 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати складуть

$$EB = 10997,12 + 48000 + 14400 + 2667,42 = 77064,54 \text{ грн.}$$

Економія експлуатаційних витрат

$$EEB = ЗП_1 - EB_2, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

де  $ЗП_1$ ,  $EB_2$  – експлуатаційні витрати за базовим та розробленим варіантами відповідно, грн.

$$EEB = 231950,30 - 77064,54 = 154885,76 \text{ грн.}$$

Термін окупності нового змішувача

$$P = \frac{B}{EEB}, \text{ роки.}, \quad (5.8)$$

де  $B$  – балансова вартість очисника стійл, грн.

$$P = \frac{480000}{154885,76} = 3,1, \text{ роки.}$$

Вихідні дані та результати розрахунків приведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Показники економічної ефективності очищувача стійл

№ з.п.	Показник	базовий	розроблений
1	2	3	4
1.	Кількість робочих днів на рік	365	365
2.	Трудомісткість виконання операції очищення стійл з розрахунку обслуговування однієї корови на рік, люд-год/рік	24,3	-
3.	Тривалість роботи машини на добу, год.	-	0,63
4.	Потужність на привід, кВт	-	5
5.	Балансова вартість машини, грн.	-	480000
6.	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %	-	10
7.	Коефіцієнт відрахувань на ремонт і ТО, %	-	3,0
8.	Вартість електроенергії, грн/кВт-год	-	2,32

1	2	3	4
9.	Витрати на заробітну плату, грн.	231950,30	10997,12
10.	Амортизаційні відрахування, грн.	-	48000
11.	Відрахування на ремонт і ТО, грн.	-	14400
12.	Витрати на електроенергію, грн.	-	3667,42
13.	Експлуатаційні витрати, грн.	231950,30	77064,54
14.	Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	154885,76
15.	Термін окупності нового змішувача, років	-	3,1

### **Висновки**

Застосування в технологічному процесі видалення гною проектної конструкції пристрою для очищення стійл у порівнянні з базовим обладнанням має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок уникнення витрат ручної праці. Економія експлуатаційних витрат складає 154885,76 грн, що забезпечує окупність розробленої машини за 3,1 роки.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі проведеного аналізу засобів для очищення стійл від гною та поверхонь з твердим покриттям у сферах виробництва, не пов'язаних з тваринництвом, найбільш перспективними є щіткові пристрої, як такі, що володіють найкращими можливостями виконання технологічного процесу, надійністю, простотою та універсальністю використання. Ті пристрої та механізми, які розроблені для очищення поверхонь від пилу, сміття, снігу, не можуть бути використані для змитання гною, оскільки його фізико-механічні властивості значною мірою мають специфічні особливості.

2. Теоретичні дослідження процесу очищення стійл великої рогатої худоби дозволили отримати формули для визначення основних конструктивно-режимних параметрів очищувача: діаметра щіткового барабана, довжини ворсини, величини пружної деформації, траєкторії руху частинки гною, траєкторії руху лопаті, зони очищення, а також обертів щіткового барабана.

3. Аналіз залежностей, енергоємності дозволяє отримати раціональні значення конструктивно-режимних параметрів очисника, що забезпечують відповідну зоотехнічним вимогам якість очищення та мінімальну енергоємність:

- частота обертання щіткового барабана  $n=120$  об/хв';
- поступальна швидкість очисника  $V=0,3$  м/с;
- кількість лопатей на щітковому барабані  $K_L=3$  шт.

4. Проведено огляд нормативних параметрів, які визначають поняття охорона праці. Визначено, які саме шкідливі та небезпечні фактори можуть діяти на працівника в процесі видалення гною. Для уникнення їх дії запропоновано відповідні заходи та приведено правила проведення безпечних робіт при роботі з обладнанням для видалення гною. Приведено порядок дій при виникненні надзвичайної ситуації, а саме – хімічної аварії.

5. Застосування в технологічному процесі видалення гною проектною конструкцією пристрою для очищення стійл у порівнянні з базовим обладнанням має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок уникнення ви-

трат ручної праці. Економія експлуатаційних витрат складає 154885,76 грн, що забезпечує окупність розробленої машини за 3,1 роки.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Машини для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, - 207 с.
2. Масло І. Молочному тваринництву – надійну техніку і енергозберігаючі технології / І. Масло, А. Фененко // Техніка АПК. – 2000. – № 4. – С. 2–5.
3. Кудревич О. Шлях до високих надоїв / О. Кудревич, М Геймор // Пропозиція. – 2003. – № 3. – С. 84–85.
4. Шкурко Т. Шляхи підвищення ефективності виробництва молока / Т. Шкурко // Тваринництво України – 2011. – № 8. – С. 5–7.
5. Адмін Є. Перехід на енергозберігаючі технології виробництва молока та реконструкція молочних ферм / Є. Адмін, О. Борщ // Тваринництво України. – 2008. – № 11. – С. 5–7.
6. Сайт фірми «GEA Farm Technologies» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.gea-farmtechnologies.com/>, вільний. - Загл. з екрана. - Яз. укр., англ.
7. Сайт фірми DeLaval [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.delaval.ru/>, вільний. - Загл. з екрана. - Яз. рос.
8. Карташов Л.П. и др. Механизация и электрификация животноводства. –М.: Агропромиздат, 1987. -356 с.
9. Сайт ООО НПК «ЭКО-СЕРВИС» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.eko-servis.com.ua>, вільний. - Загл. з екрана. – мова укр., рос.
10. Сайт фірми BAUER Group [Електронний ресурс]/ Каталог продукції, Режим доступу: <http://www.bauer-at.com>, вільний. - Загл. з екрана. - мова англ.
11. Сайт фірми FAN-SEPARATOR [Електронний ресурс]/ Каталог продукції,

- Режим доступу: <http://www.fan-separator.com>, вільний. - Загл. з екрана. - мова англ.
12. Напрямки раціонального використання органічних відходів тваринництва / І.А. Шевченко, В.М. Павліченко, О.О. Ляшенко // Техніка і технології АПК. – 2011. – 1(16). – С. 8-11.
  13. Павленко С.І. Аналіз і обґрунтування технологічних процесів компостування сільськогосподарських органічних відходів тваринного походження / С. І. Павленко, О.О. Ляшенко, Д.М. Лисенко, В.І. Харитонов // Збірник наукових праць ВНАУ. – 2012 – № 2.
  14. Сайт фірми ABONO Group, LLC [Електронний ресурс]/ Каталог продукції, Режим доступу: <http://www.abono.ru>, вільний. - Загл. з екрана. - мова рос.
  15. Сайт фірми LANDCO SA [Електронний ресурс]/ Каталог продукції, Режим доступу: <http://www.landco.lu>, вільний. - Загл. з екрана. - мова англ.
  16. Сайт фірми «Big Dutchman» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.bigdutchman.de>, вільний. - Загл. з екрана. - Яз. рос., англ.
  17. Сайт фірми «SCHAUER Agrotronic GmbH» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: <http://www.schauer.co.at>, вільний. - Загл. з екрана. - Яз. рос., англ.
  18. Механізація виробництва продукції тваринництва: Підручник/ І.І.Ревенко, Г.М.Кукта, В.М.Манько та ін.; За ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.
  19. 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.
  20. Нова сільськогосподарська техніка/ В.А. Ясенецький, В.С. Куліш, М.П. Мечта та ін.; За ред. В.А.Ясенецького. – К.: Урожай, 1991. – 320 с.
  21. Лукьяненко И.И. Приготовление и использование органических удобрений / И. И. Лукьяненок. - М. : Россельхозиздат, 1982. 207 с.



22. Макаров В. Б. Устройство для уборки навоза. Описание к а.с. 1405742. Опубликовано в Б.И., 1989, №4.
23. Письменов В. Н. Механізація приготування і використання гною / В. Н. Письменов, Г. В. Горновесов. - К. : Урожай, 1975. – 144 с.
24. Письменов В. Н. Получение и использование бесподстилочного навоза / В. Н. Письменов. - М. : Росагропромиздат, 1988 - 206 с.
25. Письменов В. Н. Уборка, транспортировка и использование навоза. – М.:Россельхозиздат, 1973.
26. Ясенецький В. А. Механізація трудомістких робіт на малих фермах / В. А. Ясенецький, В. А. Павленко, І. В. Невмержицький. – К. : Урожай, 1990. – 160 с.
27. Мелехов И. П. Механизация и автоматизация животноводства / И. П. Мелехов, А. С. Четкин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1991. - 431 с. - (Учебники и учеб. пособия для учащихся техникумов).
28. Мельдер А. Е. Проблемы скотоводства на крупных фермах. // Вестник сельскохозяйственной науки. 1971, №5. – с. 43...48.
29. Бейтинк В. И. Исследование навозного скрепера для очитки щелевых полов.// (Нидерланды).1986.-с. 1008-1009.
30. Бузун І. А. Потоківі технології виробництва молока / І. А. Бузун. – К. : Урожай, 1989. – 192 с.
31. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / Василенко П. М. - К. : УАСХН, 1960. - 283 с.
32. ГОСТ 12.0.003-74 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація
33. Навчальний посібник з охорони праці / Дніпропетр. держ. агр. ун-т. - Дніпропетровськ, 2009 р. - 132 с.
34. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила устройства электроустановок. электрооборудование специальных установок

35. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.99 р. № 42.
36. НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні
37. Закон України «Про охорону праці»

## **ДОДАТКИ**



**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

## **Обґрунтування технологічного процесу прибирання гною на фермі великої рогатої худоби**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГМ-3-20

Ріпний Владислав Олегович

**Науковий керівник:** к.т.н., доцент

Гаврильченко Олександр Степанович

Дніпро 2021

## МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета роботи - зниження трудомісткості очищення стійл корівників від гною з обґрунтуванням конструктивно-режимних параметрів очищувача, що забезпечує високу якість виконання процесу очищення з найменшими витратами праці та енергії.

Об'єкт досліджень - процес очищення стійл корівників від гною очисником щіткового типу.

Предмет досліджень - закономірності, умови та режими очищення стійла від гною. Для досягнення поставленої мети було визначено завдання Дослідження:

1. Провести аналіз існуючих технологій та засобів прибирання гною з корівників.
2. Запропонувати перспективну конструктивно-технологічну схему очищувача стійл корівників від гною та обґрунтувати його параметри.
3. Теоретично дослідити процес очищення стійл корівників від гною новим очисником.
4. Провести планування заходів з охорони праці технологічного процесу видалення гною.
5. Оцінити економічну ефективність застосування очищувача стійл від гною в технологічному процесі видалення гною

## Порівняння способів утримання ВРХ

Таблиця 1 - Витрати праці на обслуговування однієї корови на рік при різних способах утримання

№	Складова виробничого процесу	Трудомісткість виконання в залежності від способу утримання					
		Прив'язний з доїнням у молокопровід		Комбінований спосіб		Безприв'язний боксовий	
		люд-год/рік	%	люд-год/рік	%	люд-год/рік	%
1	Прив'язування, відв'язування та рух худоби	5,2	4,1	1,2	1,3	1,1	1,5
2	Роздавання кормів	12,9	10,3	10,8	11,8	10,8	14,3
3	Доїння та первинна обробка молока	40,0	31,8	17,6	19,3	17,6	23,2
4	Чистка годівниць та кормових проходів	24,3	19,3	20,3	22,2	10,5	13,9
5	<b>Очищення стійл та гнойових проходів</b>	<b>24,3</b>	<b>19,3</b>	<b>20,3</b>	<b>22,2</b>	<b>10,5</b>	<b>13,9</b>
6	Чистка корів	5,5	4,4	5,5	6,0	5,5	7,2
7	Доставка та внесення підстилки	6,9	5,5	5,9	6,4	-	-
8	Доїння та обслуговування корів в родильному відділенні	24,5	11,5	14,5	15,8	14,5	19,1
9	ТО машин та обладнання	9,9	7,9	9,9	10,8	9,9	13,0
10	Проведення зооветзаходів	2,1	1,7	1,5	1,6	1,5	2,0
	Всього	125,6	100	91,6	100	75,8	100

Як видно з таблиці, при використанні прив'язного способу утримання ВРХ, біля 20 % витрат праці при обслуговування корів припадає на операції очищення стійл та гнойових проходів - **24,3 люд-год/рік на одну корову**. Неважко підрахувати, що для ферми на 100 корів це складе 2400 люд-год/рік – річний фонд робочого часу одного працівника.

Порівняння способів утримання ВРХ

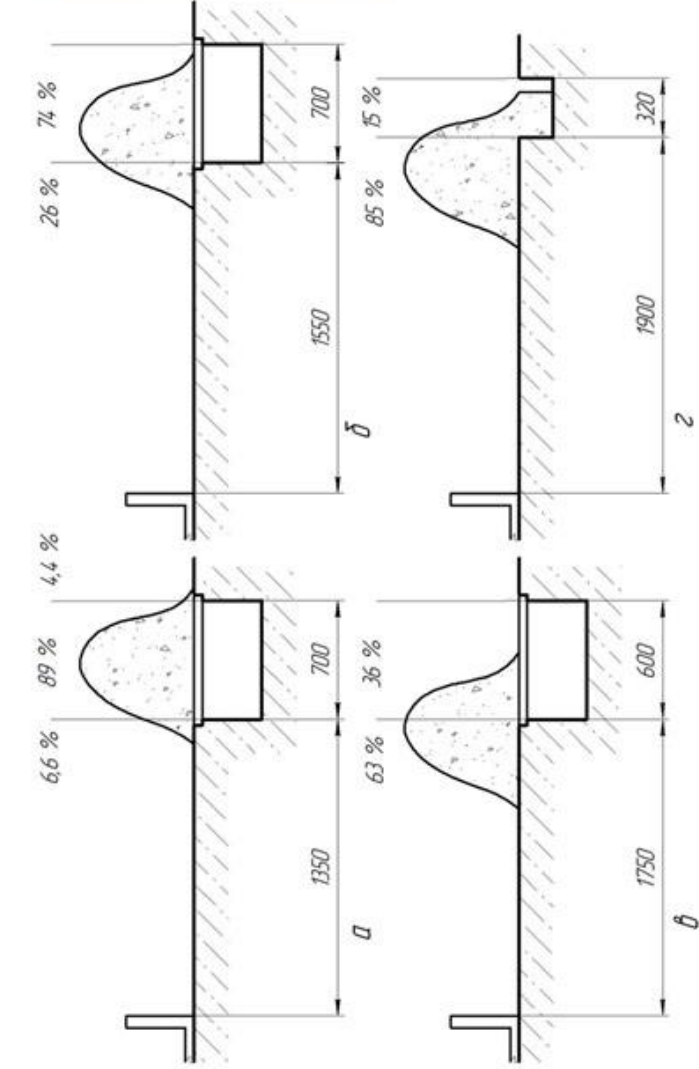


Рисунок 1 - Вплив довжини стійла на його забрудненість екскрементами: а - коротке стійло, щільна підлога; б, в - середнє стійло, щільна підлога; г - довге стійло, гноєприбиральний транспортер кругової дії (найпоширеніший варіант)

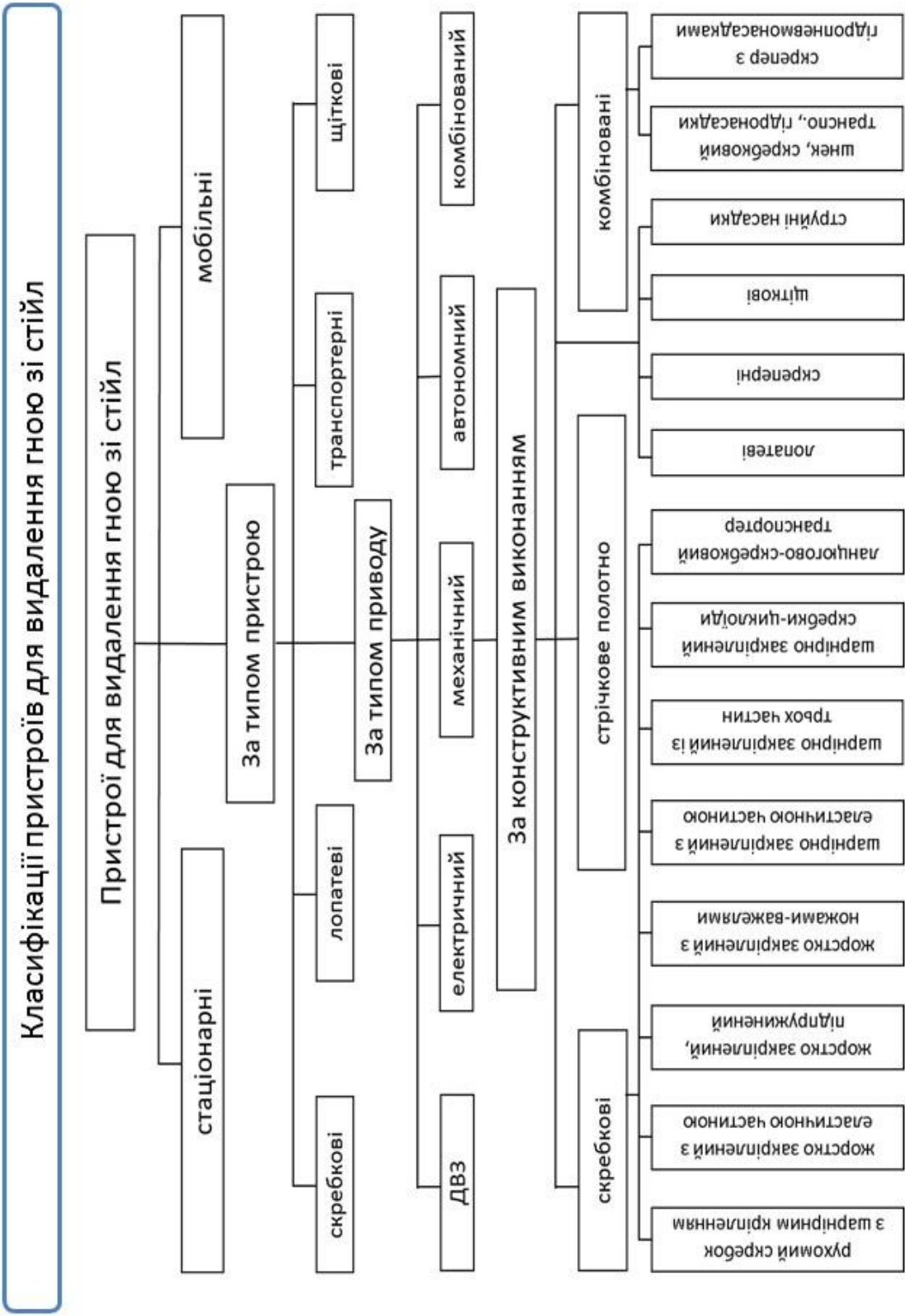


Рисунок 2 – Схема класифікації механізованих пристроїв для видалення гною зі стійл ВРХ



Розробка конструктивно-технологічної схеми очищувача

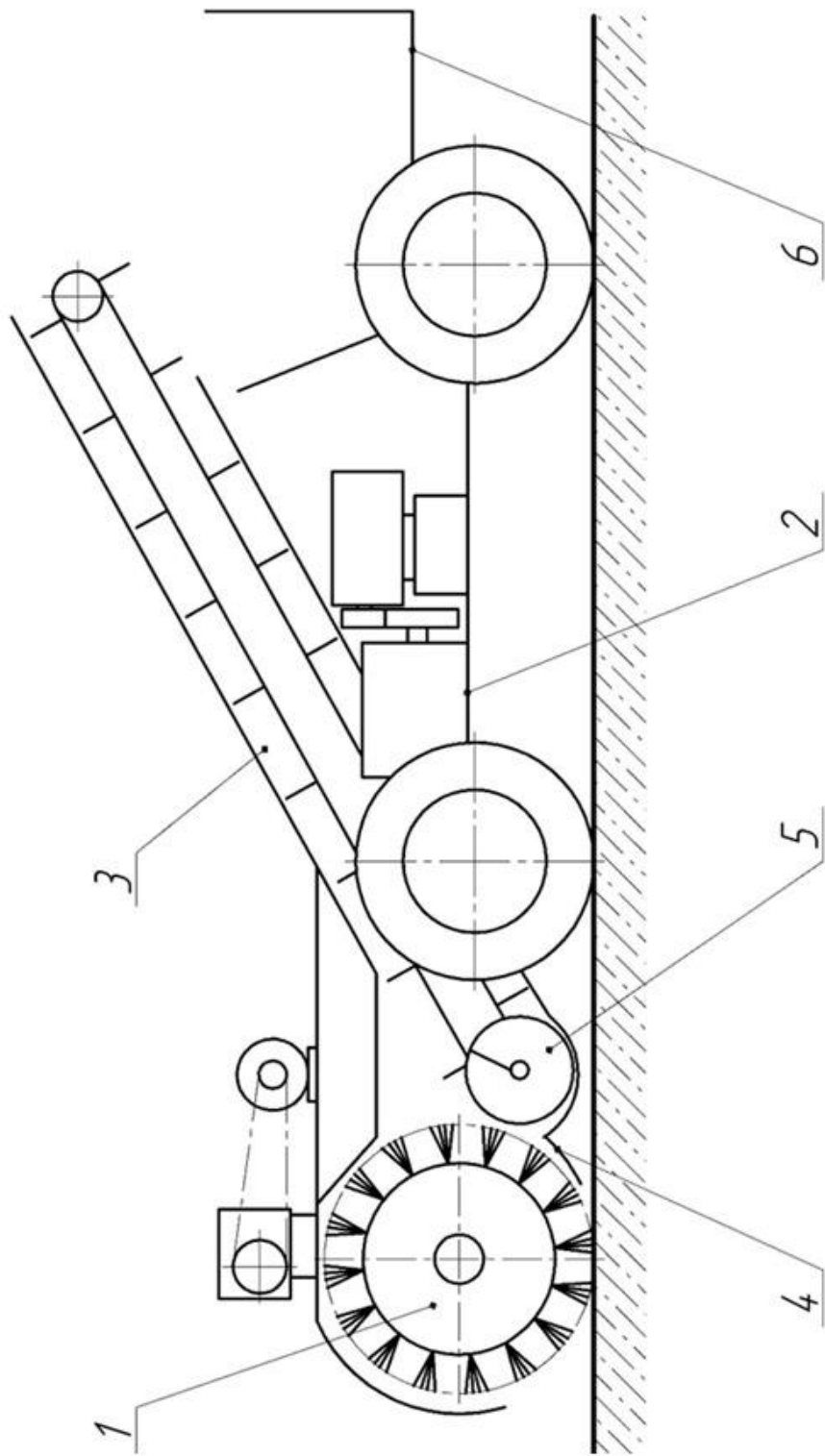


Рисунок 3 - Конструктивно - технологічна схема мобільного щіткового очищувача стійл від гною: 1 - щітковий барабан; 2 - самохідний візок; 3-скребковий транспортер; 4 - прийомний совок; 5 - шнек; 6 - бункер

## Розробка конструктивно-технологічної схеми очищувача

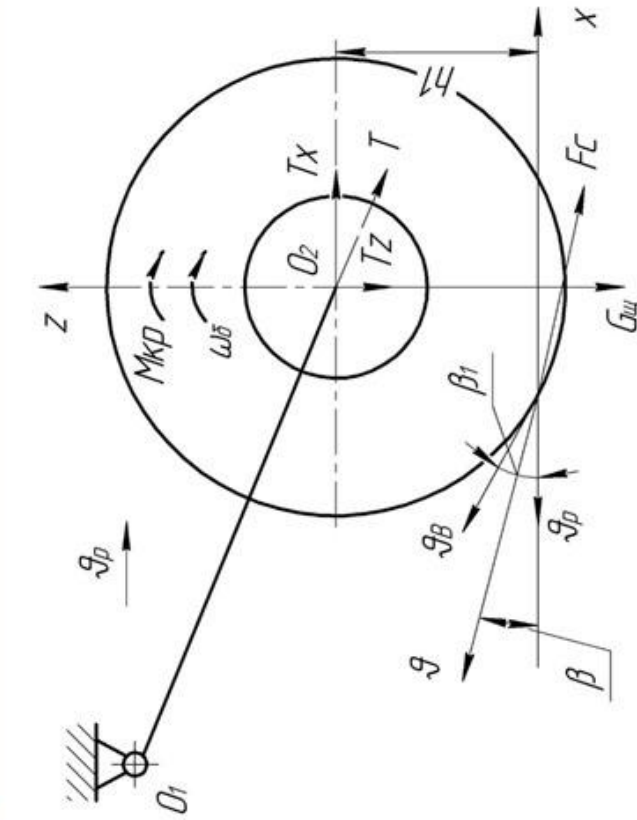


Рисунок 4 - Сили, що діють на циліндричну щітку, шарнірно підвішену на штовхаючій рамі

Отже, за відносного руху щітки витрати енергії будуть:

- 1) на подолання сил тертя ворсу на поверхню;
- 2) подолання опору середовища обертанню щітки;
- 3) на повідомлення швидкості частинкам, що відкидаються щіткою;
- 4) деформацію ворсу.

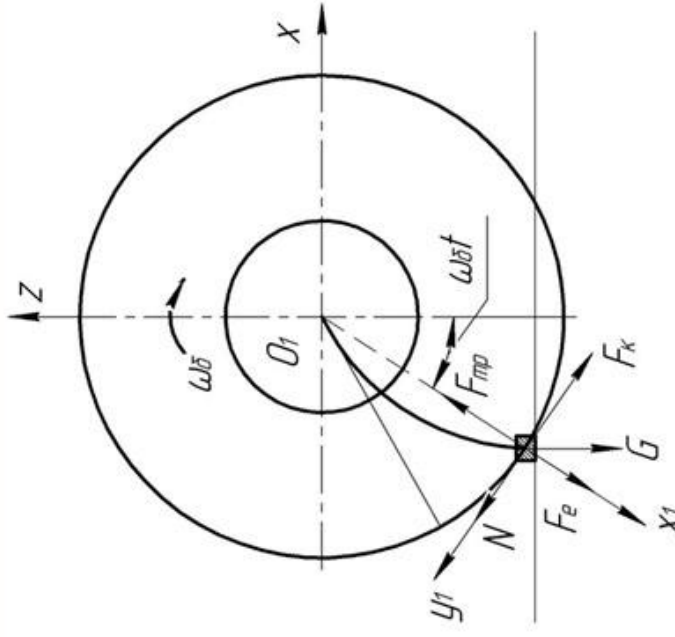


Рисунок 5 - Схема сил, які діють на частинку, що зчищається

Для рівномірного переносного руху матеріальної точки

$$m \ddot{x} = \sum \vec{F}_i + \vec{F}_k + \vec{F}_e,$$

де  $m$  - маса матеріальної точки, кг;  
 $x$  - відносне прискорення матеріальної точки,  $m/c^2$

Розробка конструктивно-технологічної схеми очищувача

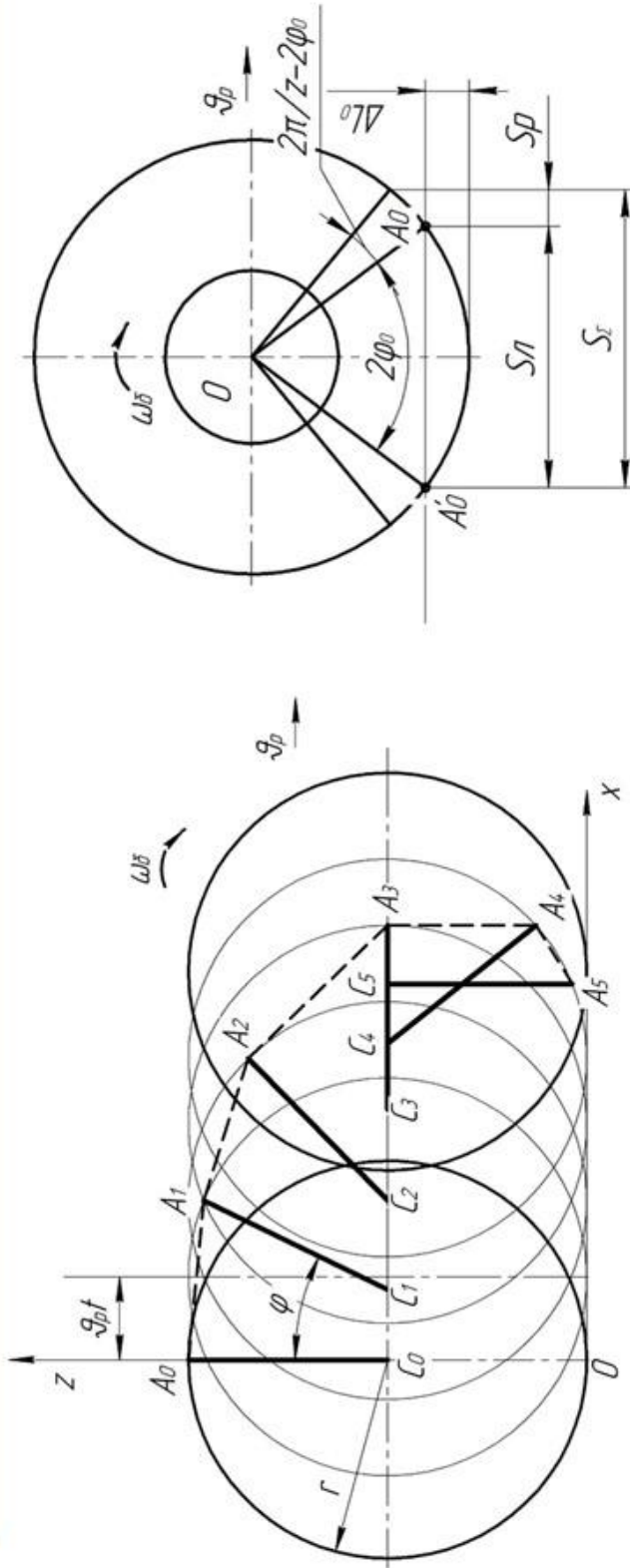


Рисунок 6 - Траєкторія руху пучка ворсин

Рисунок 7 - Схема для визначення зони очищення лопаттю щітки

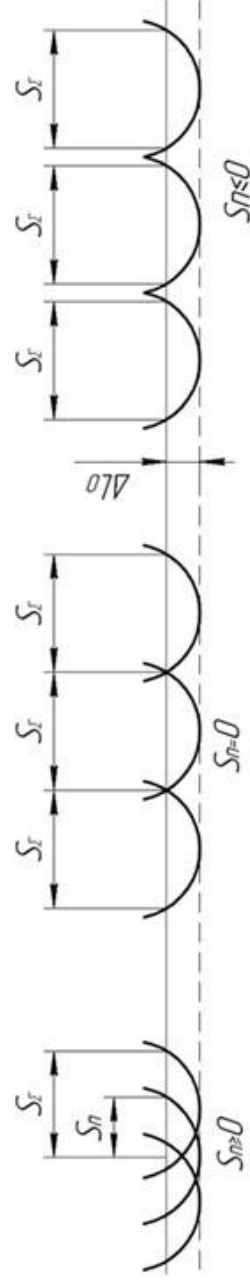


Рисунок 8 - Різновиди очищення поверхні при різній величині зони перекриття

## Теоретичні дослідження процесу очищення стійл від гною

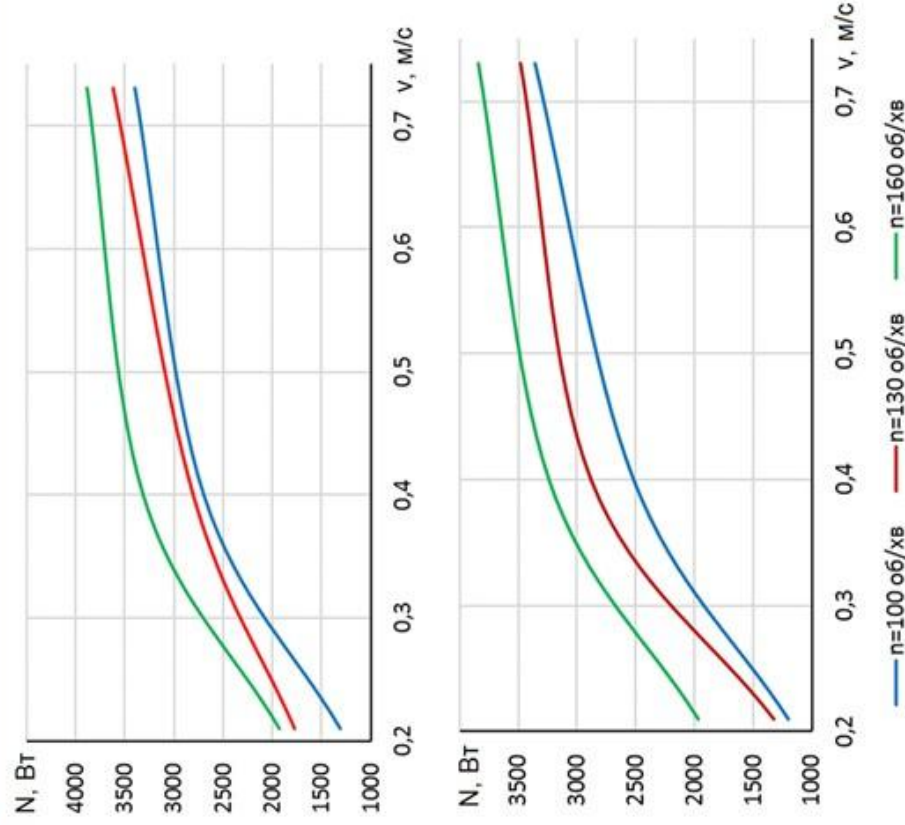


Рисунок 9 – Залежність теоретичної потужності від швидкості руху очищувача при різній частоті обертання щітки з трьома (а) та п'ятьма (б) лопатями

Баланс потужності, що витрачається щіткою, складається з наступних основних складових

$$N = N_3 + N_m + N_e + N_a + N_d,$$

де  $N$  - загальна потужність приводу щітки без урахування втрат у трансмісії, Вт;

$N_3$  і  $N_r$  - витрати потужності на подолання опору зсуву частинок та тертя ворсу по поверхні, Вт;

$N_b$  - потужність на відкидання частинок, що відокремилися, Вт;

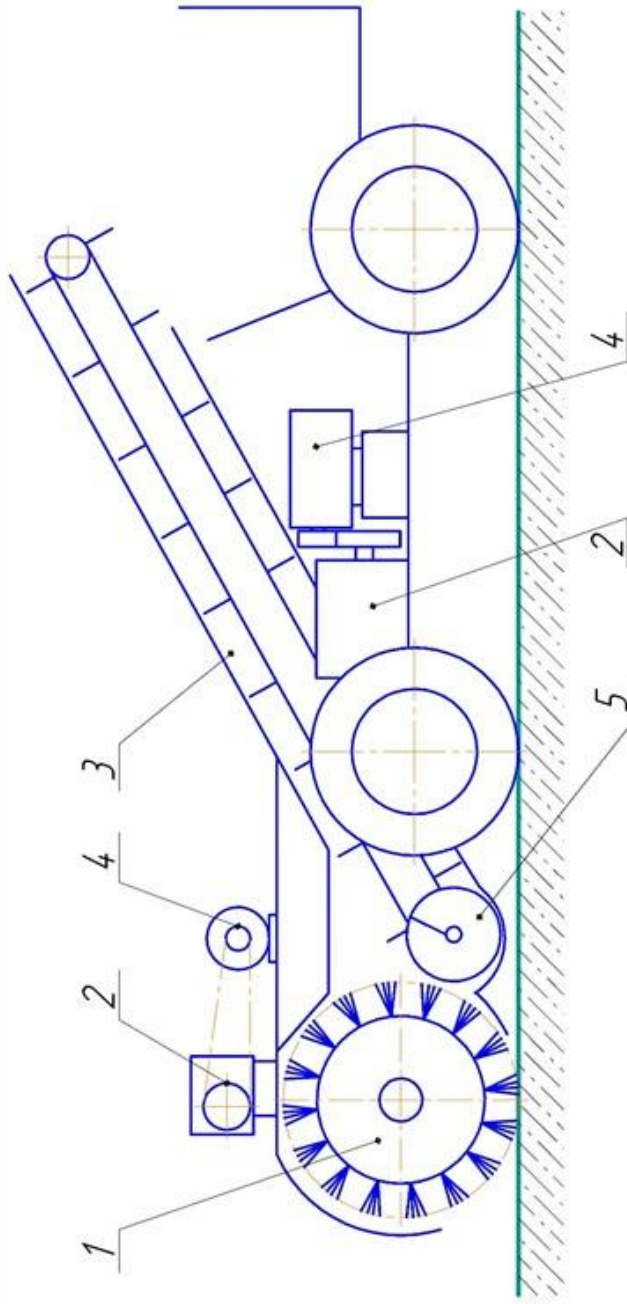
$N_a$  - потужність на подолання аеродинамічного опору обертання щіткового барабана, Вт;

$N_d$  - безповоротні втрати потужності на деформацію ворсин, Вт.

Рациональні параметри роботи очищувача

- частота обертання щіткового барабана  $n=120$  об/хв;
- поступальна швидкість очисника  $V=0,3$  м/с;
- кількість лопатей на щітковому барабані  $K_L=3$  шт.

## ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ



Поз.	Найменування вузла машини	Контролюємі показники, нормативні вимоги безпеки	Метод оцінки прилади, обладнання	Періодичність
1	Щітковий барабан	Надійність кріплення. Наявність захисних кожухів.	Зовнішній огляд	0
2	Редуктор	Наявність захисних кожухів. Ступінь нагріву.	Зовнішній огляд	<input type="checkbox"/> 0
3	Скребоквий транспортер	Надійність кріплення. Відсутність сторонніх предметів	Зовнішній огляд	<input type="checkbox"/>
4	Електродвигун	Відсутність пилу та бруду. Надійність кріплення. Наявність та справність заземлення. Ступінь нагріву. Надійність контактів з'єднання	Зовнішній огляд Випробування Огляд, випробування	<input type="checkbox"/> 0 Δ
5	Шнек	Надійність кріплення. Відсутність сторонніх предметів	Випробування	<input type="checkbox"/>

○ – щозмінний; □ – щомісячний; Δ – сезонний (річний).

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНОГО ОЧИЩУВАЧА

№ з.п.	Показник	базовий розроблений	
		базовий	розроблений
1.	Кількість робочих днів на рік	365	365
2.	Трудомісткість виконання операції очищення стійл з розрахунку обслуговування однієї корови на рік, люд-год/рік	24,3	-
3.	Тривалість роботи машини на добу, год.	-	0,63
4.	Потужність на привід, кВт	-	5
5.	Балансова вартість машини, грн.	-	480000
6.	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію, %	-	10
7.	Коефіцієнт відрахувань на ремонт і ТО, %	-	3,0
8.	Вартість електроенергії, грн/кВт-год	-	2,32
9.	Витрати на заробітну плату, грн.	231950,30	10997,12
10.	Амортизаційні відрахування, грн.	-	48000
11.	Відрахування на ремонт і ТО, грн.	-	14400
12.	Витрати на електроенергію, грн.	-	3667,42
13.	Експлуатаційні витрати, грн.	231950,30	77064,54
14.	Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	154885,76
15.	Термін окупності нового змішувача, років	-	3,1

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі проведеного аналізу засобів для очищення стійл від гною та поверхонь з твердим покриттям у сферах виробництва, не пов'язаних з тваринництвом, найбільш перспективними є щіткові пристрої, як такі, що володіють найкращими можливостями виконання технологічного процесу, надійністю, простотою та універсальністю використання. Ті пристрої та механізми, які розроблені для очищення поверхонь від пилу, сміття, снігу, не можуть бути використані для змітання гною, оскільки його фізико-механічні властивості значною мірою мають специфічні особливості.
2. Теоретичні дослідження процесу очищення стійл великої рогатої худоби дозволили отримати формули для визначення основних конструктивно-режимних параметрів очищувача: діаметра щіткового барабана, довжини ворсини, величини пружної деформації, траєкторії руху частинки гною, траєкторії руху лопаті, зони очищення, а також обертів щіткового барабана.
3. Аналіз залежностей, енергоємності дозволяє отримати раціональні значення конструктивно-режимних параметрів очисника, що забезпечують відповідну зоотехнічним вимогам якість очищення та мінімальну енергоємність:
  - частота обертання щіткового барабана  $n=120$  об/хв;
  - поступальна швидкість очисника  $V=0,3$  м/с;
  - кількість лопатей на щітковому барабані  $K_c=3$  шт.
4. Проведено огляд нормативних параметрів, які визначають поняття охорона праці. Визначено, які саме шкідливі та небезпечні фактори можуть діяти на працівника в процесі видалення гною. Для уникнення їх дії запропоновано відповідні заходи та приведено правила проведення безпечних робіт при роботі з обладнанням для видалення гною. Приведено порядок дій при виникненні надзвичайної ситуації, а саме – хімічної аварії.
5. Застосування в технологічному процесі видалення гною проектної конструкції пристрою для очищення стійл у порівнянні з базовим обладнанням має переваги за експлуатаційними витратами за рахунок уникнення витрат ручної праці. Економія експлуатаційних витрат складає 154885,76 грн, що забезпечує окупність розробленої машини за 3,1 роки.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**

**ІНЖИНІРИНГ АГРОПРОМИСЛОВОГО  
ВИРОБНИЦТВА**

**Всеукраїнська студентська науково-практична конференція**

**Дніпро, 2021**



**УДК 631:62-5**

**Інжиніринг агропромислового виробництва:** матеріали Всеукр.  
І 62 студ. наук.-практ. конф. (1-2 грудня 2021 р., м. Дніпро). – Дніпро:  
ДДАЕУ, 2021. – 80 с.

У збірнику представлені наукові матеріали Всеукраїнської науково-практичної студентської конференції «Інжиніринг агропромислового виробництва» (zareestrovano в УкрІНТЕІ, 8.11.2021, № 904). Тематика наукових матеріалів присвячена питанням розроблення та впровадження інноваційних технологій та технічних засобів агропромислового виробництва.

Наукові матеріали надані в авторській редакції з дотриманням стилю автора. За фактичний матеріал і його інтерпретацію відповідальність несуть автори та наукові керівники.

Адреса оргкомітету:

Україна, 49600, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25  
тел. (050) 970-16-90, Дніпровський державний аграрно-  
економічний університет, кафедра механізації виробничих  
процесів у тваринництві, [dudin.v.yu@dsau.dp.ua](mailto:dudin.v.yu@dsau.dp.ua)

© ДДАЕУ, 2021

© Автори публікацій, 2021

---

<b>Ріпний В.О.</b> РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЧИЩУВАЧА СТІЙЛ	66
<b>Черненко К.К.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОРЕНЕПЛОДІВ	69
<b>Івлєва В.В.</b> ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ШЕСТЕРЕННОГО ГРАНУЛЯТОРА КОРМІВ	72
<b>Наливайко М.Я.</b> ОГЛЯД ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КОРМІВ	75
<b>Лагутін Р.В.</b> КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ГОДІВЛІ ВРХ	78
<b>Хрущ В.В.</b> РІВЕНЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІКОРМІВ В УКРАЇНІ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ ЇХ ПРИГОТУВАННЯ	80

УДК 631.862

**РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ  
СХЕМИ ОЧИЩУВАЧА СТІЙЛ**

Ріпний В.О.

*здобувач вищої освіти СВО Магістр,  
ОПП Агроінженерія, ІТФ ДДАЕУ**Науковий керівник – Гаврильченко О.С.,  
кандидат технічних наук, доцент*

Детальний аналіз існуючого різноманіття технічних засобів та пристроїв для видалення гною зі стійл великої рогатої худоби показав, що сучасним зрослим зоотехнічним та техніко-економічним вимогам найближче відповідають механічні, мобільні очищувачі з активним робочим органом.

Сучасне поширення дрібних та середніх ферм великої рогатої худоби дозволяє зробити висновок, що найбільш перспективними для широкого застосування є мобільні, малоенергоємні, продуктивні, універсальні пристрої.

До очисників стійл корівників від гною пред'являються наступні основні вимоги:

- забезпечення ступеня очищення стійл відповідно до зоотехнічних вимогами (щонайменше 95%);
- забезпечення надійного виконання технологічного процесу;
- мала енергоємність та металоємність пристрою, висока продуктивність та універсальність;
- забезпечення значного зниження витрат праці.

Відповідно до вищевикладеного, розроблено очищувач для видалення гною зі

Інжиніринг агропромислового виробництва

---

стійл, робота якого задовольняє зоотехнічні вимоги. Він може успішно використовуватись на великих середніх та дрібних фермах ВРХ. В основу принципової конструктивно-технологічної схеми очищувача покладено такі технічні рішення:

- робочим органом є циліндричний щітковий барабан з капроновими ворсинами, що забезпечують високий рівень очищення та копіювання поверхні;
- ворсини зібрані в пучки та закріплені паралельними рядами по утворюючим циліндра для кращого забезпечення самоочищення щітки від гною;
- щітковий барабан розташований під прямим кутом до напрямку руху в передній частині очищувача;
- позаду щіткового барабана розташовані: приймальний совок, горизонтальний шнек, похилий скребковий транспортер;
- щітковий барабан, приймальний совок, шнек, скребковий транспортер - змонтовані на напіврамі, шарнірно закріпленій на самохідному візку;
- бункер для збору гною шарнірно встановлений на самохідному візку та має задній борт, що відкривається;
- привід робочих органів та самохідного візка здійснюється від електродвигунів, за допомогою клинопасових та ланцюгових передач.

Принципова конструктивно-технологічна схема пристрою для очищення стійл представлено рис. 1.

Очищувач включає циліндричний щітковий барабан 1, самохідний візок 2 з важелями управління, похилий скребковий транспортер 3, приймальний совок 4 з прогумованим скребком, горизонтальний шнек 5 і бункер для збору гною 6, що перекидається. Шнек 5 та привідна зірочка скребкового транспортера 3 змонтовані на одному валу і мають загальний привід із щітковим барабаном за допомогою передавального механізму. Привід самохідного візка 2 - електричний, за допомогою коробки зміни передач.

Принцип роботи очищувача наступний: під час руху очищувача вздовж ряду стійл з увімкненими робочими органами, щітковий барабан 1 змітає гній зі стійла на

приймальний совок 4 до шнека 5, який зсуває гній до скребкового транспортера 3. Транспортер здійснює завантаження гною в бункер 6. При наповненні бункера привід робочих органів вимикається і напіврама, на якій змонтовано щітковий барабан, приймальний совок, шнек та скребковий транспортер, що переводиться в транспортне положення.

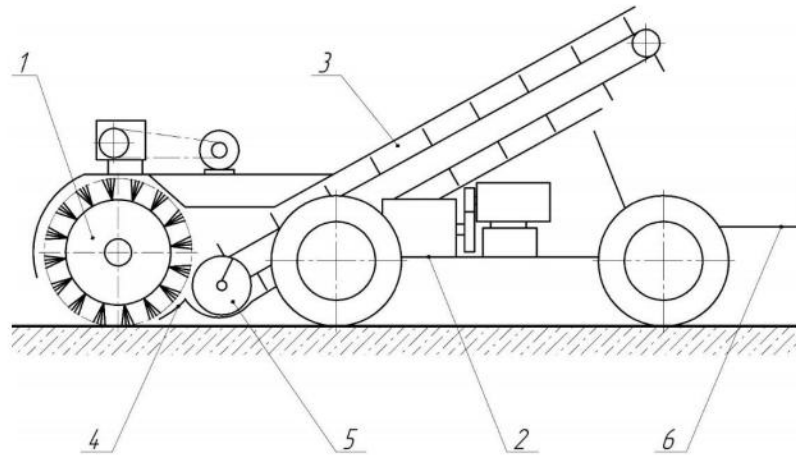


Рисунок 2.1 - Конструктивно - технологічна схема мобільного щіткового очищувача стійл від гною: 1 - щітковий барабан; 2 - самохідний візок; 3-скребковий транспортер; 4 - прийомний совок; 5 - шнек; 6 - бункер

Потім очищувач слідує до місця вивантаження, в якому розташована, наприклад, установка транспортування гною типу УТН-10. Залежно від конструктивного виконання будівлі корівника він може розташовуватися або з торця будівлі, або у середині. Перекидаючи бункер, очищувач розвантажується і знову прямує до стійл. Далі технологічний процес повторюється. Обслуговує пристрій один оператор.

#### Список використаних джерел:

1. Адмін Є. Перехід на енергозберігаючі технології виробництва молока та реконструкція молочних ферм / Є. Адмін, О. Борщ // Тваринництво України. – 2008. – № 11. – С. 5–7.