

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
охорони праці та біотехнічних
систем в тваринництві
_____ Хмельовський В.С.
“ ___ ” _____ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему _____
«МЕХАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИБИРАННЯ ТА
ТРАНСПОРТУВАННЯ ГНОЮ З ТВАРИННИЦЬКОГО
ПРИМІЩЕННЯ»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

К.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Сівак І.М.
(ПІБ)

Керівник дипломного проєкту бакалавра

Д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Хмельовський В.С.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Окутін Андрій Левович
(ПІБ студента)

Київ -2025

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ОПБСТ

д.т.н., проф. _____ Хмельовський В.С.
(підпис) (ПІБ)

“ 09 ” ____ 02 _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра) студенту

Окутіну Андрію Левовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____ 208 Агроінженерія _____
(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра Механізація процесу прибирання та транспортування гною з тваринницького приміщення.

затверджена наказом ректора НУБіП України від “17” 04. 2025 р. № 643 «С»

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру _____ 2025.05.10 _____
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра Загальна характеристика тваринництва господарств України. Структура поголів'я тварин та перспектива розвитку галузі. Спосіб утримання тварин. План ферми і характеристика тваринницьких приміщень. Кормова база і добові раціони годівлі тварин. Аналіз механізації процесу приготування кормів. Довідкові дані про машини та обладнання. Оцінка стану механізації. Норми та раціони годівлі тварин

Перелік питань, які потрібно розробити:

Перелік графічних документів (за потреби) 1. Схеми гноєприбиральних агрегатів.

2. Технологічна схема гноєприбирання.
3. Конструкційно-функціональна схема конвеєра.
4. Ланка транспортера. (Складальне креслення).
5. Деталювання вузла.
6. Логічна таблиця потенційних небезпек.
7. Економічна оцінка проєкту.

Дата видачі завдання “ 09 ” ____ лютого ____ 2024 р.

Керівник бакалаврського проєкту _____ Хмельовський В.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Окутін А.Л..
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

Реферат

В даному дипломному проекті розроблено засоби механізації прибирання гною для тваринницької ферми ВРХ.

В першому розділі пояснювальної записки приводиться аналіз стану тваринництва в господарствах України.

В другому розділі висвітлено значення механізації прибирання і властивостей гною, приведено розрахунок процесів транспортування підстилки, процесів видалення гною з приміщень, розрахунок в тваринницьких приміщень по вмісту вуглекислого газу.

В конструктивній частині описані засоби механізації прибирання гною, розроблений пристрій для зменшення просочування рідких органічних добрив на похилому транспортері на базі скребкового конвеєра КСГ-7, розраховані параметри машини, подані особливості експлуатації а також технічного обслуговування машин в господарстві.

В дипломному проекті розглянуті питання охорони праці при роботі на обладнанні та виконаний розрахунок техніко-економічних показників .

Дипломний проект складається з пояснювальної записки об'ємом 65 аркушів, 12 таблиць, 6 рис., 40 літературних посилань та 7 листів графічної частини.

Об'єкт досліджень – гноєприбиральний скребковий транспортер.

Мета роботи – обґрунтувати величину параметрів гноєприбирального скребкового транспортеру на основі проведених розрахунків, вибрати оптимальні сукупності значень параметрів та закласти їх в створювані нового покоління засобів прибирання гною.

Метод досліджень – розрахунково-аналітичний.

Ключові слова: прибирання гною, скребок, гнойовий канал, утримання, ланцюговий конвеєр.

ЗМІСТ

Завдання на проектування	2
Реферат	3
Зміст	4
Відомість дипломного проекту	6
Вступ	7
1. Виробнича характеристика господарства виконання дипломної роботи	8
1.1. Загальна характеристика кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві та НДГ Агрономічна дослідна станція	9
1.2. Структура тваринництва	11
1.3. Стан механізації виробничих процесів	11
1.4. Обґрунтування теми проекту	13
2. Розрахунково-технологічна частина	15
2.1. Значення механізації прибирання і властивості гною	15
2.2. Розрахунок процесів транспортування підстилки	18
2.3. Розрахунок процесів видалення гною з приміщень	19
2.4. Розрахунок процесів транспортування гною на тваринницькій фермі	26
3. Розрахунок основних параметрів ланцюгово-скребкового конвеєра для видалення гною	32
3.1. Огляд машин для прибирання гною	32
3.2. Розрахунок горизонтального транспортера	34
3.3. Розрахунок похилого транспортера	38
3.4. Удосконалення конструкції скребка	40
3.5. Розрахунок скребка на міцність	44
4 Економічна частина	48
4.1 Визначення собівартості одержання однієї тонни гною	48
5. Техніка безпеки та охорона навколишнього середовища	55
5.1 Техніка безпеки на тваринницьких фермах	55
4.2 Охорона навколишнього середовища від забруднення	58

Висновки	60
Перелік використаної літератури	61
Додатки	65

Вступ

За організаційними ж ознаками тваринництво наближене до промислового виробництва. Саме таку подібність засвідчують зокрема: стаціонарність виробничих об'єктів (приміщення, технологічне обладнання), повторюваність технологічних процесів протягом усього року, чітка ритмічність у роботі, сталість розпорядку та штатів обслуговуючого персоналу, широке застосування електричної енергії. Перелічені та деякі інші ознаки промислового підходу до виробництва вказують на значні потенційні можливості галузі тваринництва стосовно підвищення продуктивності праці.

Завдяки механізації та автоматизації створюють передумови для значного зменшення затрат праці на виробництво, зберігання й приготування кормів, догляд за тваринами, одержання і первинну обробку продукції, виконання інших операцій. Зростання рівня технічного оснащення тваринницьких підприємств сприяє також впровадженню результатів наукових розробок і досягнень передового досвіду, реалізації заходів, які забезпечують істотне підвищення продуктивності тварин та якості отримуваної продукції, високу технологічну й економічну ефективність виробництва.

Кількісне насичення та якісне вдосконалення фермської техніки висуває проблему ефективного її використання. Це передбачає вирішення таких завдань: освоєння сучасних методів проектування потокових технологічних ліній, процесів і підприємств, раціонального комплектування їх відповідними машинами й обладнанням; обґрунтування вибору раціональної структури і кількісного складу засобів механізації та енергетичних ресурсів для реалізації машинних технологій виробництва продукції; визначення прогресивних організаційних форм інженерно-технічного забезпечення (ІТЗ) тваринницьких підприємств.

РОЗДІЛ 1

ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1. Загальна характеристика кафедри охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві та НДГ Агрономічна дослідна станція

Кафедру ОПБСТ було засновано 01.04.21 р. шляхом об'єднання кафедри механізації тваринництва, створеної у 1960 р. і кафедри охорони праці та інженерії середовища, що функціонувала з 1973 р.

Аналіз останніх досліджень, літературних і нормативних джерел свідчить, що за період свого існування кафедра охорони праці та біотехнічних систем у тваринництві має вагомі здобутки в усіх напрямках діяльності.

Крім навчальної та методичної роботи колектив кафедри постійно приймав і приймає активну участь у проведенні наукових досліджень. У даний час наукова робота кафедри, у напрямку тваринництва, націлена на розробку механізованих технологій, технологічних процесів та засобів механізації для конкурентоспроможного екологічно безпечного виробництва сільськогосподарської продукції, забезпечення енергетичної автономності біотехнологічних систем. Дослідницька робота кафедри спрямована за такими основними напрямками:

- удосконалення існуючих та розробка нових засобів механізації виробництва продукції тваринництва;
- обґрунтування технічного забезпечення систем перероблення біомаси, розроблення техніко-технологічних основ виробництва твердого біопалива заданої якості.

При кафедрі діють навчальні лабораторії - кормоприготувальних машин та агрегатів, доїльних апаратів, утримання свиней, утримання птиці, проектування та дослідження, технологічні лабораторії з утримання та доїння корів, доїння та первинної обробки молока, охорони праці, також навчально-науково-виробнича лабораторія механізації виробничих процесів у тваринництві при ВП НУБіП «Агрономічна дослідна станція».



Рис. 1.1. Натяжний пристрій гноєприбирального транспортера

Агрономічна дослідна станція [9] має в розпорядженні склади, майстерні, гараж, торговий центр, гуртожитки, житлові будинки, тваринницькі приміщення, дорогу з твердим покриттям і інші необхідні для господарювання споруди [9].

При цьому всі технологічні процеси, пов'язані з доглядом за тваринами й одержанням від них продукції, виконуються за місцем їх утримання і без суттєвої спеціалізації працівників. Це дозволяє економніше використовувати кормові ресурси та підстилковий матеріал, а також надає можливість індивідуального обслуговування тварин.

Ферма ВРХ господарства розміщена паралельно пануючим вітрам і паралельно селу Пшеничне. Нахил місцевості становить 3° . Відстань від дороги 3 км [9]. Ферма має надійне електрозабезпечення від централізованої електропровідної мережі. На її території всі дороги з твердим покриттям. Ферма також добре розміщена по відношенні до пасовищ.

Стан приміщень відповідає всім вимогам, які ставляться до тваринницьких приміщень. Загальний план ферми ВРХ зображений на рис. 1.2.

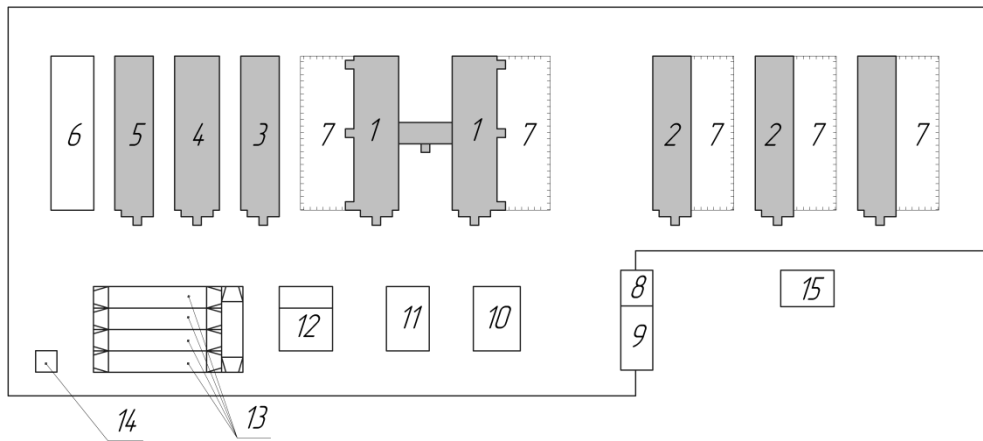


Рис. 1.2. План ферми ВРХ

1.2. Структура тваринництва

Тваринництво господарства має м'ясо-молочний напрям. В галузі тваринництва: дійного стада - 200 корів, щорічна реалізація молока 1156 тонн [33].

Будівлями для виконання виробничої програми в тваринництві господарство повністю забезпечене. В наявності є 2 приміщень в добротному стані для утримання 260 голів ВРХ. Структура стада представлена в таблиці [33].

Таблиця 1.1. - Структура поголів'я тварин

Поголів'я	Наявність	Перспектива
Корови	200	260
Нетелі	20	26
Молодняк ВРХ з них	350	379
Молодняк ВРХ (ст. 1 року)	100	109
ВРХ на відгодівлі	140	150
Телята до 1 року	110	120

В господарстві переважаючою породою корів є голштин.

Одним із перспектив даного господарства є збільшення кількості тварин та впровадження новітніх технологій кормовідгодівлі, і механізації утримання [33].

1.3. Стан механізації виробничих процесів

Виробничими потужностями (трактори, комбайни, автомобілі, с/г техніка) господарство повністю забезпечене, технічний стан задовільний, рівень механізації в рослинництві становить 75-80%, в тваринництві 80-85%. Технологічне обладнання виробничих приміщень укомплектовано повністю, технічний стан задовільний. Стан механізації виробничих процесів потребує суттєвого удосконалення, особливо в галузі підготовки корму до згодовування. Компоненти кормового раціону відповідають зоотехнічним вимогам, а саме:

- добре подрібнюються грубі корми;
- дотримується потрібна чистота коренеплодів при митті;
- кормова суміш однорідна.

Це приводить до засвоєння корму тваринами, раціонального їх використання, що призводить до зменшення матеріальних затрат на одиницю продукції [33].

Отже технічне переозброєння і підвищення загального рівня механізації може знизити собівартість продукції та стимулювати розвиток даного напрямку господарської діяльності. Вода подається із свердловини заглибним насосом марки ЄЦВ по трубопроводах в водонапірну вежу і в приміщення ферми. В кожному приміщенні є водонагрівник. Гаряча вода потрібна для миття різного обладнання. На потреби працівників і інше [33].

Доїння відбувається у молокопровід доїльною установками УДМ-100 «Брацлавчанка» [33].

Для підвищення експлуатаційної надійності машин і обладнання тваринницьких ферм господарства є своєчасне проведення технічного обслуговування машин і обладнання, виконання планових поточкових ремонтів, періодичних оглядів, а також інших заходів. В господарстві для запобігання передчасного виходу з ладу обладнання і машин на фермі проводять технічне обслуговування і ремонт [33].

В одному із корівників молочно – товарної ферми є свій пункт технічного обслуговування, на якому можна проводити нескладні операції по

обслуговуванню машин і обладнання. Щоденне технічне обслуговування проводять слюсар ферми, а періодичні технічні обслуговування проводяться інженером по трудомістких процесах, майстром – наладчиком [33].

Періодичне технічне обслуговування проводиться один раз в місяць і передбачає виконання зовнішніх контрольних – діагностичних, змащувальних і покрас очних робіт, заміну масел, зношених деталей і невеликий ремонт [33].

Кожний рік проводиться облік і інвентаризація обладнання на фермі, що дає змогу чітко оцінювати наявну кількість і стан обладнання.

1.4. Обґрунтування теми проекту

Отримання більшої кількості якісної продукції тваринництва вимагає від сільгоспвиробників впровадження нових форм утримання тварин, а також застосування нових прогресивних технологій виробництва сільськогосподарської продукції.

Впровадження на тваринницьких фермах комплексної механізації дає змогу більш ефективно обслуговувати певне поголів'я тварин. Часткова механізація процесів дозволяє суттєво знизити затрати ручної праці, а отже зменшити кількість обслуговуючого персоналу. Для нормального функціонування тваринницької ферми показники всіх технологічних процесів, повинні бути максимально наближені до встановлених зоотехнічними вимогами.

Чітка організація праці і послідовність виробничих процесів дає можливість отримати досить високі показники виробництва.

Основними процесами, які відіграють важливу роль у забезпеченні нормального режиму роботи ферми ВРХ молочного напрямку є:

- приготування та роздавання кормів; - організація водопостачання;
- видалення гною; - доїння корів та первинна обробка молока.

Правильно організоване прибирання гною дозволяє утримувати корів у належному фізіологічному стані, що дає можливість отримувати від них максимум якісної продукції

Резервом підвищення ефективності отримання продукції ВРХ є застосування на фермі більш сучасних і прогресивних технологій прибирання гною.

В зв'язку з цим, в дипломному проєкті, необхідно виконати технологічний розрахунок виробничого процесу механізації прибирання гною, а також удосконалити гноєприбиральний транспортер.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Значення механізації прибирання і властивості гною

При утриманні тварин на глибокій підстилці у стійлах та боксах гній нагромаджується продовж доби у задній частині їх підлоги, а також у проходах для тварин. У стійлах більша частина його розміщується на відстані 1/3, а в боксах на 2/3 довжини підлоги від гнойового проходу. У боксах, на вигульно-кормових майданчиках та проходах для тварин гній збирається продовж 2-3 діб. Інтенсивне занесення гною ногами тварин у бокси починається тоді, коли товщина його шару в проходах і на вигульно-кормових майданчиках перевищує 2-3 см.

Якщо після прибирання місць відпочинку тварин залишається гною більше 0,15-0,20 кг/м², то дуже забруднюються їх шкіра і вим'я, створюються умови виникнення інфекційних та інвазійних захворювань. При випарюванні вологи із залишеного гною повітря у приміщенні забруднюється шкідливими газами, підвищується його відносна вологість. Крім того, на випарювання 1 кг вологи необхідно витратити 2,4 МДж теплоти.

Видалення гною із приміщень і вигульно-кормових майданчиків найбільш трудомісткий процес, який становить від 30 до 50 % затрат праці по догляду за тваринами, із них половина припадає на транспортування гною. Так, на фермі, де утримується одна тисяча голів великої рогатої худоби, щорічно одержують до 20 тис. м³ гнойових стоків, а на свинокомплексі для вирощування і відгодівлі 108 тис. голів - до 1 млн. м³ гнойових стоків.

Ефективне вирішення проблеми механізації прибирання та утилізації гною потребує комплексного підходу, починаючи з виробничих операцій всієї технологічної лінії від стійла тварин і до місця використання гною як добрива із дотриманням вимог охорони навколишнього середовища та забезпечення необхідних санітарно-гігієнічних умов роботи обслуговуючого персоналу.

Гній також складна полідисперсна багатофазна система, яка складається із твердих, рідких і газоподібних речовин. Структура і властивості його залежать від раціону і типу годівлі тварин, їх породи, виду, статі, віку та технології утримання.

Важливою характеристикою гною є його щільність. Для соломистого гною великої рогатої худоби вона становить 530-890 кг/м³(вологість 75-85 %), рідкого - у межах 1010-1020 кг/м³; свинячого – 1050-1070 кг/м³; курячого посліду – 700-1005 кг/м³.

Для розрахунку засобів видалення гною необхідно знати коефіцієнти тертя, а також його липкість. Вологість, при якій коефіцієнти тертя мають найбільшу величину, називають критичною.

Для підстилки використовують солому, торф, тирсу, стружку, листя і хвою дерев тощо. Підстилка поглинає рідкі виділення тварин і птиці, технологічну воду і аміачний азот. Щоб збільшити поглинання води і газів, солому подрібнюють на частки довжиною не більше 100 мм. Якщо підстилки недостатньо, то втрачається значна кількість вказаних речовин, а тварини і місця їх відпочинку дуже забруднюються, що призводить до втрат продуктивності. Кожен вид підстилки поглинає певну кількість води .

Найбільше води поглинання мають торф і тирса, проте вони дуже забруднюють поверхню тварин і кількість для підстилки обмежена. Тому для підстилки використовують в основному подрібнену солому.

Затрати праці на внесення підстилки щорічно становлять 0,9- 6,0 люд.-год на голову.

Доцільно використовувати такий спосіб доставки і внесення підстилки, при якому відсутні перевалочні операції, тобто доставка підстилки у тваринницькі приміщення та її внесення виконуються однією машиною.

Засоби механізації внесення підстилки можна класифікувати за характерними для них ознаками . Вони поділяються на стаціонарні і мобільні.

До стаціонарних належать всі види транспортерів, розміщені у годівниці або за її межами. Ці транспортери розподіляють підстилку по стійлах або клітках. До мобільних належать тракторні або автомобільні бункерні роздавачі, бункерні

гноєрозкидачі та інші машини, обладнані бункерами, у яких можна перевозити підстилку.

На фермах великої рогатої худоби при безприв'язному утриманні підстилку необхідно розподіляти по поверхні місць відпочинку тварин рівномірним шаром, а при прив'язному в стійлах - $2/3$ норми вносити під передні ноги, тобто на $1/3$ довжини стійла з боку годівниці.

Видалення гною з тваринницьких приміщень найбільш трудомісткий процес, який становить від 30 до 50% затрат праці по догляду за тваринами. Вирішення проблеми механізації прибирання гною потребує комплексного підходу, вирішуючи виробничі операції всієї технологічної лінії, починаючи від стійла тварини до місць зберігання (компостування) гною, як органічного добрива. Одночасно слід дотримуватись вимог охорони навколишнього середовища та забезпечення необхідних санітарно-гігієнічних умов роботи обслуговуючого персоналу.

2.2 Розрахунок процесів транспортування підстилки

В різних природно-кліматичних зонах для підстилки тварин можуть використовуватись: солома, подрібнена солома, торф, дерев'яна тирса.

В нашому регіоні для підстилки тварин застосовується солома. Зберігання соломи, призначеної для підстилки, може бути у полі, або на території тваринницької ферми (площадки для зберігання грубих кормів). Затрати праці на внесення підстилки щорічно становлять 0,9... 6 люд./год. на одну тварину.

Потреба підстилки (вантажопотік) тваринницької ферми на добу при перевезенні її з поля (місця зберігання) до тваринницьких приміщень визначається:

$$P_{\text{доб.}} = c_1 \cdot n_1 + c_2 \cdot n_2 \dots + c_n \cdot n_n, \text{ т} \quad (2.1)$$

де $c_1, c_2 \dots c_n$ - добова норма підстилки на одну тварину кожного виду, кг/доб.;

$n_1, n_2 \dots n_n$ - поголів'я тварин різних видів та вікових груп, гол.;

$R_{доб.}$ - добова потреба підстилки для всіх тварин, т;

$$R_{доб.} = 272 \cdot 2,7 + 27 \cdot 2 + 111 \cdot 1,7 + 162 \cdot 1,5 + 132 \cdot 1,4 = 1,33, \text{ т.}$$

Підстилку вносять оператори ручним способом.

2.3 Розрахунок процесів видалення гною з приміщень

Гній - це складна полідисперсна багатофазна система. Яка складається із твердих, рідких і газоподібних речовин. Підстилковий гній умовно називають твердим, а без підстилковий - рідким. Кількість гною, що накопичується у тваринницькому приміщенні залежить від раціону та типу годівлі тварин, породи, статі, віку, виду підстилки та технології утримання.

Визначаємо добовий вихід гною на тваринницькій фермі від кожного виду тварин:

Корови:

$$Q_{1 \text{ доб.}} = (q_{гною} + q_{гноївки} + q_{нідс.}) \cdot m_1, \text{ т/доб.} \quad (2.2)$$

Нетелі :

$$Q_{2 \text{ доб.}} = (q_{гною} + q_{гноївки} + q_{нідс.}) \cdot m_2, \text{ т/доб.} \quad (2.3)$$

Молодняк ВРХ (ст. 1 року) :

$$Q_{3 \text{ доб.}} = (q_{гною} + q_{гноївки} + q_{нідс.}) \cdot m_3, \text{ т/доб.} \quad (2.4)$$

ВРХ на відгодівлі:

$$Q_{4 \text{ доб.}} = (q_{гною} + q_{гноївки} + q_{нідс.}) \cdot m_4, \text{ т/доб.} \quad (2.5)$$

Телята до 1 року:

$$Q_{5 \text{ доб.}} = (q_{гною} + q_{гноївки} + q_{нідс.}) \cdot m_5, \text{ т/доб.} \quad (2.6)$$

де $q_{гною}$ - добова норма виходу гною від однієї тварини, кг/доб.;

$q_{гноївки}$ - добова норма виходу гноївки від тварини, кг/доб.;

$q_{підс.}$ - добова норма підстилки на одну тварину, кг/доб.;

m_1 - m_5 - кількість тварин кожного виду.

$$Q_{1 доб.} = (35+20 +2,7) \cdot 260= 15, \text{ т/доб.}$$

$$Q_{2 доб.} = (25+7 +2) \cdot 26= 0,88, \text{ т/доб.}$$

$$Q_{4 доб.} = (15+ 4 +1,7) \cdot 109= 2,26, \text{ т/доб.}$$

$$Q_{4 доб.} = (20+ 5 +1,5) \cdot 150= 3,2, \text{ т/доб.}$$

$$Q_{5 доб.} = (10+ 2 +1,4) \cdot 120 = 1,6, \text{ т/доб.}$$

Загальний вихід гною по тваринницькій фермі за добу:

$$Q_{доб.}^{заг.} = Q_{1 доб.} + Q_{2 доб.} + Q_{3 доб.} + Q_{4 доб.} + Q_{5 доб.}, \text{ т/доб.}$$

(2.7)

$$Q_{доб.}^{заг.} = 15 + 0,88 + 2,26 + 3,2 + 1,6 = 22,94, \text{ т/доб.}$$

Визначаємо кількість гною, який видаляється окремо з
Кожного тваринницького приміщення:

$$Q_{кор.1}^{корів} = (q_{гною} + q_{гноївки} + q_{підс.}) \cdot m_{кор.1}, \text{ т/доб.} \quad (2.8)$$

$$Q_{кор.2}^{корів} = (q_{гною} + q_{гноївки} + q_{підс.}) \cdot m_{кор.2}, \text{ т/доб.} \quad (2.9)$$

де $m_{кор.1}$, $m_{кор.2}$ - кількість корів у корівниках .

Тоді: $Q_{кор.1}^{корів} = (35 + 20 + 2,7) \cdot 200 = 11,54, \text{ т/доб.}$

$$Q_{кор.2}^{корів} = (35 + 20 + 2,7) \cdot 60 = 3,46, \text{ т/доб.}$$

$$Q_{кор.1} = 11,54, \text{ т/доб.}$$

$$Q_{кор.2} = 3,46 + 0,88 + 2,26 = 6,6, \text{ т/доб.}$$

$$Q_{\text{мел.}} = 3,2 + 1,6 = 4,8, \text{ т/доб.}$$

Видалення гною із тваринницьких приміщень проводиться періодично (циклічно) кілька разів протягом доби. Періодичність (циклічність) видалення гною протягом доби називається кратністю (к). У розрахунках приймають: $k = 1 \dots 3$.

Пропонуємо $k = 2$.

Кількість гною, яка видаляється з приміщення за один раз прийнятої кратності:

$$\text{Корівники:} \quad C_1 = \frac{Q_{\text{кор.1}}}{k}, \text{ т/раз} \quad (2.10)$$

$$C_2 = \frac{Q_{\text{кор.2}}}{k}, \text{ т/раз} \quad (2.11)$$

$$\text{Телятник:} \quad C_3 = \frac{Q_{\text{мел.}}}{k}, \text{ т/раз.} \quad (2.12)$$

де C_1, C_2, C_3 - кількість гною, яка видаляється з приміщення за один цикл (т/раз).

$$C_{1,2} = \frac{6,6}{2} = 3,3, \text{ т/раз.}$$

$$C_3 = \frac{4,8}{2} = 2,4 \text{ т/раз.}$$

Для видалення гною з тваринницьких приміщень утримання ВРХ використовуються гноє транспортери скребкового типу.

Пропоную застосувати удосконалений гноє транспортер.

Технічна характеристика:

Продуктивність – 5,5, т/год.;

Висота навантаження - 2,65, м.;

Довжина горизонтального транспортера - 160 м. .

Швидкість руху:

горизонтального транспортера - 0,18, м/с.;

похилого транспортера - 0,72, м/с.

Розрахункова кількість транспортерів в кожному з приміщень даного виду тварин:

$$\text{Корівники} \quad :Z_{кор.1}^{роз.} = \frac{C_1}{W_{транс.} \cdot T_{ц}}, \text{ шт.} \quad (2.13)$$

$$Z_{кор.2}^{роз.} = \frac{C_2}{W_{транс.} \cdot T_{ц}}, \text{ шт.} \quad (2.14)$$

$$\text{Телятник:} \quad Z_{тел.}^{роз.} = \frac{C_3}{W_{транс.} \cdot T_{ц}}, \text{ шт.} \quad (2.15)$$

де $Z_{кор.1}^{роз.}$, $Z_{кор.2}^{роз.}$, $Z_{тел.}^{роз.}$ - розрахункова кількість гноє транспортерів в кожному приміщенні утримання ВРХ;

$W_{транс.}$ - продуктивність гноєтранспортера, т/год.;

$T_{ц}$ - час одного повного проходу горизонтального транспортера, год.

$$T_{ц} = \frac{l}{3600 \cdot v} \cdot n, (\text{год.}) \quad (2.16)$$

де l - довжина горизонтального транспортера, м;

- швидкість руху горизонтального транспортера, м/с;

n - кількість циклів руху транспортера.

Пропоную кількість циклів руху транспортера, $n=2$.

$$T_{ц} = \frac{160}{3600 \cdot 0,18} \cdot 2 = 0,49, \text{ год.}$$

Для оцінки ефективності використання гноєтранспортів, передбачених типовим обладнанням приміщень та розрахункової їх кількості стосовно фактичних (реальних) параметрів, проводимо узгодження розрахункової кількості транспортерів з кількістю передбаченою типовим проектом приміщення:

Корівник на 100 голів один транспортер, всього - два удосконалені транспортери;

Телятник - два транспортери марки - КСГ-7.

Узгодження кількості транспортерів, одержаних відповідно розрахунків із кількістю передбаченою типовими проектами приміщень здійснюється визначенням фактичного часу роботи:

$$\text{Корівники:} \quad T_{\text{кор.1}}^{\text{факт.}} = \frac{C_1}{W_{\text{транс.}} \cdot Z_{\text{факт.}}}, \text{ год.} \quad (2.18)$$

$$T_{\text{кор.2}}^{\text{факт.}} = \frac{C_2}{W_{\text{транс.}} \cdot Z_{\text{факт.}}}, \text{ год.} \quad (2.19)$$

$$\text{Телятник :} \quad T_{\text{тел.}}^{\text{факт.}} = \frac{C_3}{W_{\text{транс.}} \cdot Z_{\text{факт.}}}, \text{ год.} \quad (2.20)$$

де $T_{\text{кор.1}}^{\text{факт.}}$, $T_{\text{кор.2}}^{\text{факт.}}$, $T_{\text{тел.}}^{\text{факт.}}$ - фактичний час роботи транспортерів змонтованих за типовим проектом;

$Z_{\text{факт.}}$ - фактична кількість транспортерів, передбачена типовим проектом.

$$T_{\text{кор.1,2}}^{\text{факт.}} = \frac{3,3}{5,5 \cdot 2} = 0,3, \text{ год.}$$

$$T_{\text{тел.}}^{\text{факт.}} = \frac{2,4}{5,5 \cdot 2} = 0,21, \text{ год.}$$

Приймаю у проекті два гноетранспортери марки - КСГ-7.

Розрахунки виконано вірно, якщо виконується така умова:

$$Z_{\text{кор.1}}^{\text{роз.}} \leq Z_{\text{кор.1}}^{\text{факт.}}$$

$$1 = 1$$

$$Z_{\text{кор.2}}^{\text{роз.}} \leq Z_{\text{кор.2}}^{\text{факт.}}$$

$$1 = 1$$

$$Z_{\text{тел.}}^{\text{роз.}} \leq Z_{\text{тел.}}^{\text{факт.}}$$

$$2 = 2$$

Умова виконана . Розрахунки виконано згідно вихідних даних.

Загальна кількість гноетранспортерів марки- КСГ-7 для всього поголів'я ВРХ тваринницької ферми:

$$Z_{заг} = (Z_{кор.}^{факт.} \cdot n_1) + (Z_{тел.}^{факт.} \cdot n_2), \text{ шт.} \quad (2.21)$$

де $Z_{кор.}^{факт.}$, $Z_{тел.}^{факт.}$ - фактична кількість транспортерів в приміщенні даного виду тварин ;

n_1, n_2 - кількість приміщень для утримання різних видів тварин.

$$Z_{заг} = (2 \cdot 1) + 2 + 1 = 5, \text{ шт.}$$

Процеси видалення гною з тваринницьких приміщень даного поглива буде забезпечено такою кількістю транспортерів.

Корівники - 2 шт.

Телятники - 2 шт.

Родильне відділення – 1 шт.

2.4. Розрахунок процесів транспортування гною на тваринницькій фермі

Зберігати гній можна у гноєсховищах, розміщених на території тваринницької ферми в торфогнойових буртах, де можна готувати органо-мінеральні компости за межами території тваринницької ферми або в гноєвих буртах, розміщених на окремих полях, віддалених від території тваринницької ферми на віддалі кількох кілометрів.

Для транспортування гною від тваринницької ферми до місць зберігання доцільно використати тракторний двохосний причіп 2 ПТС-4,5 .

Технічна характеристика 2 ПТС 4,5.

Вантажопідйомність - 4,5 (т) ;

Розмір кузова $L \cdot b \cdot h$:

з основними бортами - 4,08x 2,31 x 0,53, м;

з нарощеними бортами - 4,08x 2,31 x 1,04 м;

Об'єм кузова:

з основними бортами - 5 м³;

з нарощеними бортами - 9,8 м³

Оптимальна швидкість руху :

швидкість руху з вантажем - 10,54 км/год. ;

швидкість руху без вантажу - 15,15 км/год.

Вантажопотік гною за один цикл видалення з приміщень визначається:

$$A_{\text{заг.}} = \frac{Q_{\text{доб.}}^{\text{заг.}}}{k}, \text{ т/раз.} \quad (2.22)$$

де $A_{\text{заг.}}$ - вантажопотік гною за один цикл (раз) прибирання, т;

$Q_{\text{доб.}}^{\text{заг.}}$ - загальний добовий вихід гною від всього поголів'я худоби тваринницької ферми, т/доб;

k - кратність видалення гною, прийнята на тваринницькій фермі.

Годинний вантажообіг на тваринницькій фермі:

$$W_{\text{год.}} = \frac{W_{\text{раз.}}}{t}, \text{ ткм/год.} \quad (2.23)$$

де t - час перевезення гною визначений розпорядком роботи тваринницької ферми (год.) .

Час перевезення гною може бути у мажах : $t = 1-2$, год.

Приймаю подовженість перевезення гною $t = 1,75$ год.

$$W_{\text{год.}} = \frac{3,44}{1,75} = 1,96, \text{ ткм/год.}$$

Годинний вантажопотік транспортного засобу при перевезенні гною:

$$\Pi = G_{\text{гн.}} \cdot \frac{60}{T_{\text{р}}} , \text{ т/год.} \quad (2.24)$$

де Π - годинна продуктивність тракторного причепа, т/год.;

$G_{\text{гн.}}$ - вантажопідйомність причепа (гній), т.;

$T_{\text{р}}$ - час одного рейсу транспортного агрегату трактор – причеп, хв.

Вантажопідйомність визначається:

$$G_{\text{гн.}} = V \cdot \gamma, \text{ т.} \quad (2.25)$$

де V - об'єм транспортного засобу (з низькими або нарощеними бортами) (м);

γ - об'ємна вага гною, т/м³.

Об'ємна вага (щільність) соломистого гною великої рогатої худоби становить 530 ... 860 кг/м³ при вологості 75 ... 85 %. При двохразовому видаленні гною вологість маси дещо менша (65 ... 75 %) відповідно об'ємна вага - 450 ... 650 кг/м³.

Приймаємо об'ємну вагу гною : $\gamma = 0,45$ (т/м³).

Час одного рейсу (від приміщення до гноєсховища і назад:

$$T_p = \frac{l_{\text{сер}}}{60 \cdot v_1} + \frac{l_{\text{сер}}}{60 \cdot v_2} + t_1 + t_2, \text{ (хв.)} \quad (2.26)$$

де $l_{\text{сер}}$ -середня віддаль перевезення, м;

v_1 - швидкість руху з вантажем, м/сек.;

v_2 - швидкість руху без вантажу, м/сек.;

t_1 -час простою під навантаженням гною, хв.;

t_2 -час розвантаження гною, хв.

Швидкість руху агрегату вибирається в залежності від конкретних умов (пора року, стан дороги, погодні умови).

Час навантаження (простою під навантаженням):

$$t_1 = \frac{G_{\text{гн.}}}{Q_{\text{нав.}}}, \text{ хв.} \quad (2.27)$$

де: $Q_{\text{нав.}}$ - продуктивність навантажувального засобу, т/хв.

Навантаження гною в транспортний засіб проводиться похилим транспортером КСГ-7.

Фактично: $Q_{\text{нав.}} = Q_{\text{гноетрансп.}}$

$$Q_{\text{гноетрансп.}} = 5,5 \text{ (т/год.)} = 0,09, \text{ т/хв.}$$

$$t_1 = \frac{4,4}{0,09} = 49, \text{ хв.}$$

Загальна кількість засобів навантаження гною на транспортні засоби рівна кількості гноє транспортерів, встановлених у приміщеннях утримування тварин ($Z_{\text{заг}}$).

Час розвантаження гною (t_2) з врахуванням операцій:

заїзд на місце розвантаження, відкривання замків бортів причепа, піднімання кузова гідросистемою, опускання кузова під власною вагою, закривання борта, замків, виїзд .

Час розвантаження гною може прийматись в межах :

$$t_2 = 3 \dots 6, \text{ хв.}$$

Приймаю час розвантаження гною $t_2 = 6$ хв.

$$T_p = \frac{300}{60 \cdot 2,9} + \frac{300}{60 \cdot 4,2} + 49 + 6 = 58, \text{ хв.}$$

$$\Pi = 4,4 \cdot \frac{60}{58} = 4,53, \text{ т/год.}$$

Робота (вантажобіг), яку виконує один транспортний засіб за годину при перевезенні гною на відповідну віддаль:

$$A_{\text{гн.}} = \Pi \cdot \frac{l_{\text{сер.}}}{1000}, \text{ ткм/год.} \quad (2.28)$$

де Π - годинний вантажопотік транспортного засобу, т/год.

$$A_{\text{гн.}} = 4,53 \cdot \frac{300}{1000} = 1,35, \text{ ткм/год.}$$

Приймаємо у проєкті два рейси.

$$n_{\text{прич.}} = \frac{11,45}{11,35 \cdot 1,75} : 2 = 2,43, \text{ шт.}$$

Приймаємо три причепа марки 2 ПТС-4,5 .

Забезпечення найбільш раціонального використання транспортних засобів (в межах часу відведеного розпорядком робочого дня для перевезення гною) та використання при цьому оптимальної кількості їх, можна одержати зміною часу (t), відведеного розпорядком робочого дня для перевезення гною, видаленого з

тваринницьких приміщень за один раз при прийнятій кратності (к).

Перевезення гною від приміщень до його місця зберігання забезпечать :
тракторні причепи 2 ПТС-4,5 - 3 шт.

Кількість колісних тракторів для транспортування причепів рекомендуємо виходячи з конкретних умов, розпорядку роботи тваринницької ферми. Застосувавши більше тракторів, відповідно скоротимо подовженість часу перевезення гною, робота агрегатів трактор - тракторний причеп буде здійснюватися тоді паралельно (одночасно від кількох приміщень).

Узгодивши із розпорядком робочого дня тваринницької ферми (тривалість; зайнятості тракторів на перевезенні гною) трактори можна використати для перевезення підстилки, а також окремих видів кормів.

Транспортні - засоби (автомобілі, тракторні причепи, кормороздавачі), які використовувались для перевезення підстилки можуть . використовуватись також для інших внутрішньо фермерських та внутрішньо господарських перевезень.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛАНЦЮГОВО-СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ

3.1. Огляд машин для прибирання гною

Скребковий конвеєр призначений для видалення гною з тваринницьких приміщень та одночасного завантаження його в транспортні засоби. Він має горизонтальний і похилий конвеєри з індивідуальними приводами, а також шафу керування.

У процесі експлуатації ланки спрацьовуються і виникає потреба вкорочення горизонтального конвеєра вирізанням ланок. Це виконують на ділянці між приводом і натяжним пристроєм. Кінці вкороченого ланцюга з'єднують за допомогою спеціальної ланки зі вставкою, яку після цього приварюють.

Поворотний пристрій призначений для зміни напрямку руху ланцюга в місцях повороту гнойового каналу.

Він складається зі скоби, до якої двома болтами прикріплена пластина. В отвори скоби та пластини встановлено вісь, на якій на двох підшипниках обертається зірочка.

Похилий конвеєр призначений для завантаження гною, що подається з горизонтального конвеєра у транспортні засоби. Він складається рис. 3.1 з корита, поворотного пристрою, ланцюга зі скребками. Приводу та опорного стояка. Ланцюг похилого конвеєра уніфікований з ланцюгом горизонтального. Відстань між скребками похилого конвеєра менша, а швидкість більша, ніж горизонтального. Це передбачено для узгодження подачі конвеєрів і кращого видалення рідких фракцій гною. Натяг ланцюга похилого конвеєра здійснюється натяжним гвинтом. Для ретельного видалення гною скребки транспортера дообладнано гумовою стрічкою, яка забезпечує вивантаження рідкої фракції.



Рис. 3.1. Загальний вигляд похилого конвеєра:

- 1 - урухомлювач; 2 - корпус; 3 - натяжний гвинт; 4 - ланцюг зі скребками;
5 - борти конвеєра; 6 - поворотна зірочка

Конвеєр гноєприбиральний може працювати в каналах із додатковим жолобом для ланцюга, коли скребки розміщені над ланцюгом і без додаткового жолоба з розміщенням скребків під ланцюгом. У першому випадку забезпечується якісніше прибирання гною за використання будь-якої кількості підстилки (солома, тирса, торф тощо).

За ввімкненого конвеєра гній зі стійл вручну за допомогою скребка скидають у гноєві канали на конвеєр, який видаляє його з приміщення і завантажує у транспортні засоби. При цьому з метою скорочення часу роботи конвеєра очищати стійла потрібно за напрямком руху ланцюга, починаючи від натяжного пристрою.

Перевагою конвеєра КСГ-7 порівняно з іншими скребковими конвеєрами є поліпшення умов праці внаслідок використання автоматичного натяжного пристрою ланцюгового контуру, зменшення на 25 % на технічне обслуговування, скорочення затрат праці під час монтажу, зниження металомісткості.

3.2 Розрахунок горизонтального транспортера

Продуктивність транспортера

$$Q = h \cdot b \cdot \gamma \cdot v \cdot k, \text{ кг/с} \quad (3.1)$$

$$Q = 0,05 \cdot 0,32 \cdot 600 \cdot 0,18 \cdot 0,46 = 1,27, \text{ кг/с}$$

де h – висота тіла волочіння, м;

b – ширина канавки для гною, м;

γ – щільність гною, кг/м³;

V – швидкість руху ланцюга транспортера, м/с;

K – коефіцієнт подачі (для розрахунків прийняти, $K = 0,46$).

Опір, що виникає при переміщенні гною,

$$P' = P_1 + P_2 + P_3 = h \cdot L \cdot \gamma [g \cdot f \cdot (b + h + \varepsilon)], \text{ Н} \quad (3.2)$$

$$P' = P_1 + P_2 + P_3 = 0,08 \cdot 170 \cdot 600 [9,8 \cdot 0,70 \cdot (0,32 + 0,08 + 0,63)] = 59568, \text{ Н}$$

Опір руху скребка при його розміщенні по нормалі до стінки канавки

$$P_0 = P' (1 - f_1 \cdot \text{tg} \alpha), \text{ Н} \quad (3.3)$$

$$P_0 = 59568 (1 - 0,70 \cdot \text{tg} 15^\circ) = 48845, \text{ Н}$$

де f_1 – коефіцієнт тертя гною об бічну стінку канавки;

$\alpha = 15^\circ$ – максимально допустимий кут відхилення скребка від нормалі.

6. Потужність, яка необхідна для приводу транспортера,

$$N = \frac{P \cdot v \cdot K}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (3.4)$$

$$N = \frac{37130 \cdot 0,18 \cdot 1,1}{1000 \cdot 0,85} = 5,0, \text{ кВт}$$

де P – тягове зусилля на приводній зірочці, Н;

V – швидкість переміщення транспортера, м/с;

K – коефіцієнт, який враховує опір ланцюга від його натягу, $K = 1,1$;

η – к. к. д. передачі $\eta = 0,75 \dots 0,85$.

3.3. Розрахунок похилого транспортера

Продуктивність транспортера

$$Q = h \cdot b \cdot \gamma \cdot v \cdot k, \text{ кг/с} \quad (3.5)$$

$$Q = 0,05 \cdot 0,32 \cdot 600 \cdot 0,72 \cdot 0,46 = 5, \text{ кг/с}$$

де h – висота тіла волочіння, м;

b – ширина канавки для гною, м;

γ – щільність гною, кг/м^3 ;

v – швидкість рух у ланцюга транспортера, м/с;

K – коефіцієнт подачі (для розрахунків прийняти $K = 0,46$).

Тягове зусилля на приводній зірочці

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5, \text{ Н} \quad (3.6)$$

$$P = 1041 + 234 + 592 + 151 + 280 = 2298, \text{ Н}$$

де P_1 – сила опору, що виникає внаслідок тертя гною до дна канавки,

$$P_1 = h \cdot b \cdot L \cdot \gamma \cdot g \cdot f \cdot \cos \beta, \text{ Н} \quad (3.7)$$

$$P_1 = 0,08 \cdot 0,32 \cdot 13 \cdot 600 \cdot 9,8 \cdot 0,70 \cdot \cos 40^\circ = 1041, \text{ Н}$$

де L – шлях переміщення гною, м;

g – прискорення вільного падіння тіла, м/с^2 ;

f – коефіцієнт тертя гною об днище канавки;

$\cos \beta$ – кут нахилу транспортера до горизонту

P_2 – сила опору, що виникає внаслідок тертя гною об бокові стінки канавки,

$$P_2 = h^2 \cdot \gamma \cdot g \cdot L \cdot f \cdot \varepsilon \cdot \cos \beta, \text{ Н} \quad (3.8)$$

$$P_2 = 0,08^2 \cdot 600 \cdot 9,8 \cdot 13 \cdot 0,70 \cdot 0,63 \cdot 0,76 = 234, \text{ Н}$$

де ε – коефіцієнт бокового тиску гною на стінки канавки

Опір, що виникає при переміщенні гною,

$$P' = P_1 + P_2 + P_3 = h \cdot L \cdot \gamma [g \cdot f \cdot (b + h + \varepsilon)], \text{ Н} \quad (3.9)$$

$$P' = P_1 + P_2 + P_3 = 0,08 \cdot 13 \cdot 600 [9,8 \cdot 0,70 \cdot (0,32 + 0,08 + 0,63)] = 4405, \text{ Н}$$

Опір руху скребка при його розміщенні по нормалі до стінки канавки

$$P_0 = P' (1 - f_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha), \text{ Н} \quad (3.10)$$

$$P_0 = 4405 (1 - 0,70 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ) = 3612, \text{ Н}$$

де f_1 – коефіцієнт тертя гною об бічну стінку канавки;

$\alpha = 15^\circ$ – максимально допустимий кут відхилення скребка від нормалі.

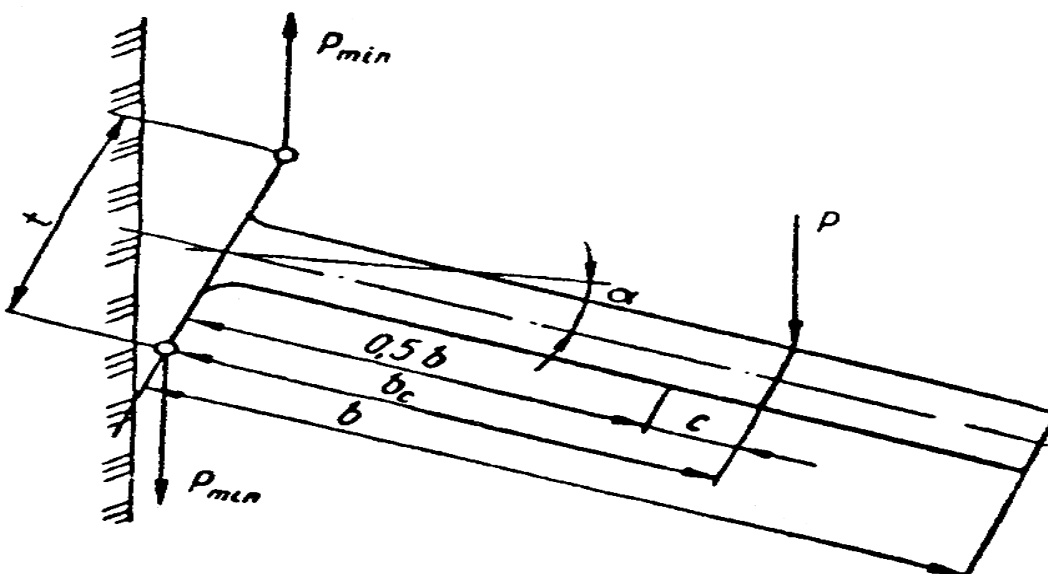


Рис.3.2. Схема розміщення сил, які діють на скребок транспортера

$$b_1 = b - \delta, \text{ м}, \quad (3.11)$$

$$b_1 = 0,32 - 0,02 = 0,3, \text{ м}$$

де $\delta = 0,015 \dots 0,025$ м – зазор між кінцем скребка і стінкою канавки;

$c = 0,03 \dots 0,04$ м – відстань від середини скребка до точки прикладання сили P .

6. Потужність, яка необхідна для приводу транспортера,

$$N = \frac{P \cdot V \cdot K}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (3.12)$$

$$N = \frac{2298 \cdot 0,18 \cdot 1,1}{1000 \cdot 0,85} = 1,5, \text{ кВт}$$

де P – тягове зусилля на приводній зірочці, Н;

V – швидкість переміщення транспортера, м/с;

K – коефіцієнт, який враховує опір ланцюга від його натягу, $K = 1,1$;

η – к. к. д. передачі, $\eta = 0,75 \dots 0,85$.

3.4. Удосконалення конструкції скребка

Удосконалення гноєприбираемого конвеєра відбулось в наслідок зміни конструкції скребка.

Зменшення маси конструкції скребка приводить до здешевлення транспортера в цілому, а зміна його форми дає змогу добитися більшої довговічності скребка та забезпечує краще прибирання гною.

Конструкція кріплення скребка залишилася такою ж самою, як і була раніше. Скребок можна використовувати багаторазово. Але є одна умова установки скребка (при перевертанні скребка потрібно підрізати місце під кріплення, або потрібно щоб Т- подібна форма стерлася і залишився L-по-ний скребок). Таким чином ми зможемо більш раціонально використовувати даний скребок рис. 3.4.

Принцип роботи. Скребок в початковий момент встановлюють Г-подібною стороною до верху.

Даний скребок виготовлений із капролону. Для більш детальної інформації представляємо властивості капролону:

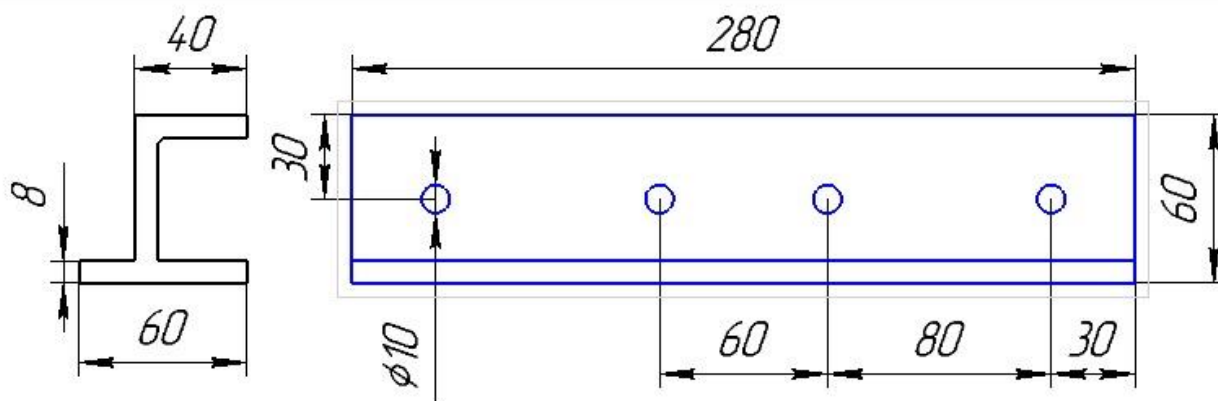


Рис. 3.4. Капролоновий скребок

Таблиця 3.1. - Властивості капролону

Найменування характеристики, одиниці виміру	Показник
Щільність, г / см ³	1,15-1,16
Модуль пружності при розтягуванні, МПа	2000-2300
Модуль пружності при стисканні, МПа	3500-4000
Межа міцності при стисненні, МПа	не менше 90
Межа міцності при вигині, МПа	не менше 80
Твердість по Брінелю, кг · с / см ²	130-140
Напруженість роботи P _{xV} , МПа · м / с	15
Морозостійкість, ° С	мінус 50
Допустима робоча температура, ° С	90°С (постійна) 150°С (короткочасна)
Оптимальна робоча температура, ° С	-40 ° С + 80 ° С
Теплостійкість по Мартенсу, ° С	75
Коефіцієнт теплопровідності при 20 ° С,	Вт / моград 0,29
Температура плавлення, ° С	220-225
Електрична міцність, кВ / мм	30-35
Відносне подовження при розриві,%	10

3.5. Розрахунок скребка на міцність

Вхідні дані:

1. матеріал скребка капролон ГУ-6-0-6-309-70
2. площа поперечного перерізу скребка, $\text{м}^2 - 1,2 \cdot 10^{-3}$
3. допустима напруга на вигині, $\text{Н/м}^2 - 3924 \cdot 10^4$
4. межа міцності, $\text{Н/м}^2 - 8829 \cdot 10^4$
5. сила опору гною скребка, $\text{Н} - 103$

Скребок працює на вигин. Умова міцності при вигині має наступний вигляд:

$$\zeta = M / W_x \leq [\zeta]_{\text{u}} \quad (3.13)$$

де ζ - напруга, що виникає в поперечному перерізі скребка під дією сили опору гною, Н/м^2 ;

M - максимальний момент, що вигинає, Нм ;

$[\zeta]_{\text{u}}$ - допустима напруга на вигин для капрону, Н/м^2 ;

W_x - момент опору поперечного перерізу скребка відносно нейтрального шару, м^4

$$M = P \cdot L \quad (3.14)$$

де P - сила опору гною скребку, Н ;

L - плече, на якому діє сила, м .

$$M = 103 \cdot 0,6 = 61,8 \text{ Нм}$$

$$\zeta = 61,8 / 2,4 \cdot 10^{-5} = 257,5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$$

$$\zeta < [\zeta]_{\text{u}} \quad 257,5 \cdot 10^4 < 3924 \cdot 10^4$$

Умови міцності витримано.

$$T = 1,1 \cdot 1,15 \cdot 1,05 = 1,33$$

$$K = 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 1,54$$

$$\Xi = 1,01 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 1,21$$

$$M = 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 1,16$$

$$n = 1,33 \cdot 1,54 \cdot 1,21 \cdot 1,16 = 2,86$$

Напруга, що допускається $[\zeta]_u$ необхідно коригувати для кожного конкретного випадку по формулі:

$$[\zeta]_u = [\zeta]_u / n \quad (3.15)$$

де $[\zeta]_u$ - для даного випадку допустима напруга капрону при вигині Н/м^2

$$[\zeta]_u = 3924 \cdot 10^4 / 2,86 = 1372 \cdot 10^4, \text{Н/м}^2$$

При практичних розрахунках деталей, які працюють на згинання, треба виконувати розрахунок на жорсткість. Під розрахунком на жорсткість треба розуміти оцінку пружної податливості балки під дією прикладеного навантаження та добір таких розмірів поперечного перерізу, при яких переміщення не буде перевищувати встановлених нормами границь.

При удосконаленні скребка ми визначили сили, які діють на скребок.

Дослідивши, що навантаження на скребок у процесі роботи може бути $m_{ax}=50$ кг. Побудували епюру навантаження.

$$A \leq X_1 \leq 0,28 \text{ м} \quad (3.16)$$

$$M_{X_1} = -g * X_1 * \frac{X_1}{2} \quad (3.17)$$

$$M'_{X_1} = -0,5 * 0 \leq 0 \quad (3.18)$$

$$M'_{X_1} = -0,5 * 0,28 * \frac{0,28}{2} \leq -0,0196 \text{ МПа.} \quad (3.19)$$

Після дослідження ми визначили, що оптимальна товщина скребка повинна бути 8 мм. Цієї товщини буде достатньо щоб даний скребок витримав

досить великі навантаження і не зруйнувався. Тим самим наша конструкція скребка буде не громісткою. Дана конструкція скребка буде виконувати всі свої функції.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

4.1 Визначення собівартості одержання однієї тонни гною

Для господарств України на даний час є актуальним підвищення родючості ґрунтів за рахунок раціонального поєднання внесення якісного гною і мінеральних добрив. Для одержання якісного гною в господарстві пропонується в даному дипломному проекті така система машин і обладнання, яка наведена в таблиці 1 і дана їх техніко - економічна характеристика.

Таблиця 4.1

Техніко-економічна характеристика машин і обладнання для одержання гною

№ п/п	Назва машини і обладнання	Марка машини і обладнання	Продуктивність, т/год.	Потужність приводу, кВт.	Ціна, грн.	Розрахункова потреба, шт.
1	2	3	4	5	6	7
1	Трактор	МТЗ -80	-	-	750000	1
2	Причеп	2ПТС-4,5	-	-	250000	3
3	Гнос транспортер	КСГ 7	5,5	4,0 ; 1,5.	159000	6
4	Кормороздавач	КТУ-10	1,95	-	190000	1

Технологічна собівартість одержання однієї тони гною визначається за формулою :

$$C_{1 \text{ т.г.н.}} = \frac{B_o + B_{\text{п.}} + B_{\text{а.}} + B_{\text{р.}} + B_{\text{ел.}} + B_{\text{пмм.}} + B_{\text{і.}}}{Q_{\text{доб.}}^{\text{заг.}} \cdot 365}, \text{ грн.} \quad (4.1)$$

де B_o - заробітна плата працівників, зайнятих на видалення гною, грн.;

$B_{\text{п.}}$ - вартість витраченої підстилки, грн.;

$B_{\text{а.}}$ - річна амортизація машин і обладнання, зайнятих на перевезенні гною, грн.;

$B_{\text{р.}}$ - затрати на ремонт і технічне обслуговування машин обладнання, грн.;

$B_{\text{ел.}}$ - річна вартість спожитої електроенергії на видалення гною, грн.;

$B_{\text{пмм.}}$ - вартість витрачених ПММ на одержання гною, грн.;

$B_{\text{і.}}$ - інші затрати, грн.;

$Q_{\text{доб.}}^{\text{заг.}}$ - загальний вихід гною за добу, т.

Загально - річний обсяг заробітної плати працівників за рік, визначається за формулою:

$$B_o = n_o \cdot (T_o \cdot 365 \cdot T_{c.o.}) + n_m \cdot (T_m \cdot 365 \cdot T_{c.m.}), \text{ грн.} \quad (4.2)$$

де n_o - кількість операторів гноєтранспортерів;

n_m - кількість механізаторів ;

Для обслуговування машин і обладнання для одержання гною необхідно одного механізатора і три оператори гноє транспортерів.

T_o - час роботи оператора протягом робочого дня, год.;

$T_{c.o.}$ - годинна тарифна ставка оператора, грн. (3 розряд);

T_m - час роботи механізатора протягом робочого дня, год.;

$T_{c.m.}$ - годинна тарифна ставка механізатора, грн. (2 розряд);

Годинна тарифна ставка оператора - 24,48, грн.;

Годинна тарифна ставка механізатора - 27,70, грн.

$$B_o = 2 \cdot (3 \cdot 365 \cdot 24,48) + 1 \cdot (3 \cdot 365 \cdot 27,70) = 53611,2 + 30331,5 = 83942,70, \text{ грн.}$$

Вартість витраченої підстилки для одержання гною, визначається за формулою:

$$B_{\text{п.}} = P_{\text{доб.}} \cdot 365 \cdot C_{1 \text{ т.п.}}, \text{ грн.} \quad (4.3)$$

де $P_{\text{доб.}}$ - добова потреба підстилки, т.;

$C_{1 \text{ т.п.}}$ - ціна однієї тони підстилки, грн.;

Ціна однієї тони підстилки становить 280, грн.

$$B_{\text{п.}} = 1,33 \cdot 365 \cdot 280 = 135926,0, \text{ грн.}$$

Річна сума амортизації машин і обладнання для одержання гною, визначається за формулою:

$$B_a = n_t \cdot \left(\frac{B_{в.т.} \cdot H_{а.т.}}{100} \right) + n_{п.} \cdot \left(\frac{B_{в.п.} \cdot H_{а.п.}}{100} \right) + n_{г.} \cdot \left(\frac{B_{в.г.} \cdot H_{а.г.}}{100} \right) + n_{к.} \cdot \left(\frac{B_{в.к.} \cdot H_{а.к.}}{100} \right), \text{ грн.} \quad (4.4)$$

де $B_{в.т.}$, $B_{в.п.}$, $B_{в.г.}$, $B_{в.к.}$ - балансова вартість відповідно трактора, причепа, гноєтранспортера і кормороздавача, грн.;

$H_{а.т.}$, $H_{а.п.}$, $H_{а.г.}$, $H_{а.к.}$ - річні норми амортизації машин і обладнання;

Річна норма амортизації :

- трактора – 10 %, - гноєтранспортера – 7 %, - причепа - 7 %, - кормороздавача - 7 %.

n_t , $n_{п.}$, $n_{г.}$, $n_{к.}$ - кількість тракторів, причепів, гноєтранспортерів і кормороздавачів.

$$B_a = 1 \cdot \left(\frac{500000 \cdot 10}{100} \right) + 3 \cdot \left(\frac{150000 \cdot 7}{100} \right) + 6 \cdot \left(\frac{90000 \cdot 7}{100} \right) + 1 \cdot \left(\frac{170000 \cdot 7}{100} \right) = 50000 + 31500 + 37800 + 11900 = 131200,0 \text{ грн.}$$

Затрати на ремонт машин і обладнання, визначається за аналогічною формулою:

$$B_p = n_t \cdot \left(\frac{B_{в.т.} \cdot H_{р.т.}}{100} \right) + n_{п.} \cdot \left(\frac{B_{в.п.} \cdot H_{р.п.}}{100} \right) + n_{г.} \cdot \left(\frac{B_{в.г.} \cdot H_{р.г.}}{100} \right) + n_{к.} \cdot \left(\frac{B_{в.к.} \cdot H_{р.к.}}{100} \right), \text{ грн.} \quad (4.5)$$

де $H_{р.т.}$, $H_{р.п.}$, $H_{р.г.}$, $H_{р.к.}$ - річні норми відрахування на ремонт .

Річні норми відрахування на ремонт становлять :

трактора – 22%, гноє транспортера – 20 %, причепа - 14%, кормороздавача - 20 %.

$$B_p = 1 \cdot \left(\frac{500000 \cdot 22}{100} \right) + 3 \cdot \left(\frac{150000 \cdot 14}{100} \right) + 6 \cdot \left(\frac{90000 \cdot 20}{100} \right) + 1 \cdot \left(\frac{170000 \cdot 20}{100} \right) = 110000 + 63000 + 108000 + 34000 = 315000,0 \text{ грн.}$$

Річна вартість споживання електроенергії, визначається за формулою:

$$B_{ел.} = n_{г.} \cdot (P \cdot T_{год.} \cdot 365 \cdot C_{1 \text{ кВт-год.}}), \text{ грн.} \quad (4.6)$$

де n_r - кількість гноєтранспортерів;

P - потужність електродвигунів на відповідному обладнанні для одержання гною, кВт;

$T_{\text{год.}}$ - кількість годин роботи відповідного обладнання за добу;

$C_{1 \text{ кВт-год.}}$ - вартість 1 кВт - год. електроенергії в господарстві, грн.

Потужність електродвигунів гноєтранспортера визначено у формулі (3.29) та (3.32), а також співпадає із технічною характеристикою: потужність горизонтального транспортера - 5 кВт;
похилого транспортера - 1,5 кВт.

Згідно розпорядку дня тваринницької ферми кількість годин роботи гноє транспортера за добу - 3 год.

Кількість днів роботи відповідного обладнання в рік - 365.

Вартість 1 кВт - год. електроенергії - 6,90. грн.

Підставивши значення в формулу, одержимо:

$$B_{\text{ел.}} = 6 \cdot (6,5 \cdot 3 \cdot 365 \cdot 6,90) = 166550,0, \text{ грн.}$$

Витрати на паливо мастильні матеріали при транспортуванні підстилки і гною трактором за рік, визначається за формулою:

$$B_{\text{пмм.}} = 365 \cdot Q_{\text{доб.}}^{\text{заг.}} \cdot Q_{\text{д.п 1 т.г.}}^{\square} \cdot C_{1 \text{ л.д.п.}} + 365 \cdot P_{\text{доб.}} \cdot Q_{\text{д.п 1 т.п.}}^{\square} \cdot C_{1 \text{ л.д.п.}}, \text{ грн.} \quad (4.7)$$

де $Q_{\text{доб.}}^{\text{заг.}}$ - вихід гною за добу, т.;

$Q_{\text{д.п 1 т.г.}}^{\square}$ - норма витрати дизельного палива на 1т. перевезення гною, кг.;

$Q_{\text{д.п 1 т.п.}}^{\square}$ - норма витрати дизельного палива на 1т. перевезення підстилки, кг.;

$C_{1 \text{ л.д.п.}}$ - комплексна ціна 1 л. дизельного палива;

$P_{\text{доб}}$ - добова потреба підстилки, т.

Норма витрати палива на перевезення 1 т. гною дорівнює - 0,36 кг. Комплексна ціна 1 л. дизельного палива – 59,00 грн. ;

Норма витрати палива на перевезенні 1 т. підстилки дорівнює - 0,65, кг.

$$B_{\text{пмм.}} = 365 \cdot 22,9 \cdot 0,36 \cdot 59,00 + 365 \cdot 1,33 \cdot 0,65 \cdot 29,00 = 87263,0 + 915073,0 = 1002336,0, \text{ грн.}$$

Інші витрати при експлуатації обладнання для одержання гною беруться в розмірі 1,5% від усіх прямих експлуатаційних затрат:

$$B_i = \frac{(B_o. + B_{\text{п.}} + B_a. + B_p. + B_{\text{ел.}} + B_{\text{пмм.}})}{100} \cdot 1,5, \text{ грн.} \quad (4.8)$$

$$B_i = \frac{83942,7 + 135926,0 + 131200,0 + 315000,0 + 166550,0 + 1002336,0}{100} \cdot 1,5 = \\ = (1834954,7/100) \cdot 1,5 = 27524,32, \text{ грн.}$$

Отже, технологічна собівартість одержання однієї тони гною дорівнює:

$$C_{1 \text{ т.г.н.}} = \frac{83942,7 + 135926,0 + 131200,0 + 315000,0 + 166550,0 + 1002336,0 + 2724,32}{22,9 \cdot 365} = 222,83, \text{ грн.}$$

Годинна тарифна ставка робітників зайнятих на прибирання гною - 26,36 грн.

$$B_{o.c.} = 13 \cdot 7 \cdot 365 \cdot 26,36 = 875547,4, \text{ грн.};$$

Вартість підстилки приймаємо як і при новому способі

$$: \quad B_{\text{п.}} = 48545, \text{ грн.}$$

Отже, при старому способі прибирання гною собівартість 1 тони прибирання гною буде становити:

$$C_{1 \text{ т.г.с.}} = \frac{875547,4 + 48545 + 265720 + 3900 + 54600}{22,9 \cdot 365} = 232,99, \text{ грн.}$$

Економія прямих експлуатаційних витрат на прибирання 1 тони гною від застосування нового способу прибирання :

$$E_{п.в.} = C_{1 \text{ т.г.с.}} - C_{1 \text{ т.г.н.}}, \text{ грн.} \quad (4.9)$$

$$E_{п.в.} = 232,99 - 222,83 = 10,16, \text{ грн.}$$

Річна економія прямих експлуатаційних затрат складає :

$$E_{п.в.р.} = E_{п.в.} \cdot Q_{\text{доб.}}^{\text{заг.}} \cdot 365, \text{ грн.} \quad (4.10)$$

$$E_{п.в.р.} = 10,16 \cdot 22,9 \cdot 365 = 849223,6, \text{ грн.}$$

Таблиця 4.2

Техніко-економічні показники лінії

<i>Показники</i>	<i>Одиниці виміру</i>	<i>Базова лінія</i>	<i>Удосконалена лінія</i>
<i>Річний обсяг робіт лінії, т</i>	<i>т</i>	<i>8358,5</i>	<i>8358,5</i>
<i>Питомі затрати праці</i>	<i>люд.год/т</i>	<i>0,67</i>	<i>0,5</i>
<i>Питома енергомісткість лінії</i>	<i>кВт.год/т</i>	<i>0,83</i>	<i>0,83</i>
<i>Питома металомісткість</i>	<i>кг/т</i>	<i>1,1</i>	<i>0,85</i>
<i>Експлуатаційні витрати</i>	<i>грн.</i>	<i>29785,0</i>	<i>22338,8</i>
<i>Капіталовкладення</i>	<i>грн.</i>	<i>-----</i>	<i>1660000,0</i>
<i>Термін окупності додаткових капіталовкладень</i>	<i>років</i>		<i>1,95</i>
<i>Річний економічний ефект</i>	<i>грн.</i>		<i>849223,6</i>

Аналізуючи дану таблицю можна відмітити, що при використанні запропонованої технології в порівнянні із існуючим прибиранням гною, затрати знижуються:

- праці на 7,2 %; - експлуатаційні на 4,4%; - приведені на 4,2 %..
- Термін окупності додаткових капіталовкладень становить 1,95 років

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Охорона праці на тваринницьких фермах

Високий рівень насичення тваринницьких ферм складним технологічним устаткуванням вимагає дотримання працівниками ІТС встановлених правил охорони праці, а також правил поведінки з тваринами, які в деяких ситуаціях можуть представляти загрозу обслуговуючому персоналу. У тваринницьких приміщеннях небезпеку становлять також загазованість середовища, підвищена бактеріального забруднення повітря і високий рівень пожежної небезпеки .

Працюючі машини й устаткування ферм повинні бути комплектні, справні, правильно змонтовані і міцно закріплені на фундаментах, опорах і стійках. Оберткові робочі органи повинні бути збалансовані, ланцюгові, ремінні шестерні передачі, а також гарячі поверхні і струмоведучі елементи машин, ями, люки і колодязі повинні надійно захищатися.

Своєчасне проведення планово-попереджувального обслуговування електроустаткування і електропроводки, перевірка стану огорож, ізоляції струмоведучих елементів і заземлення обладнання, виключення перевантаження і коротких замикань - основа електробезпеки обслуговуючого персоналу та тварин.

Одна зголовних умов охорони праці- навчання і систематичний інструктаж з техніки безпеки обслуговуючого персоналу.

Персонал повинен досконало знати пристрій, робочий процес, правила виробничої і технічної експлуатації машин і технологічного обладнання, а також правила охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії у всьому обсязі ввірених йому обов'язків.

Найтипівішими для тваринництва небезпечними факторами, небезпечними умовами і просто небезпеками є:

- рухомі машини, механізми та їхні окремі деталі;
- підвищена вологість, запиленість та загазованість повітря робочої зони;

- підвищена чи понижена температура повітря робочої зони;
- електричний струм небезпечних параметрів (електроприводи,
- освітлювальні установки, опромінювані , водонагрівачі тощо);
- біологічна небезпека: тварини, мікроорганізми, гриби та продукти їх життєдіяльності;
- нервово-психічні перевантаження.

При догляді за тваринами ряд небезпек походять безпосередньо від тварин (травмування людей тваринами, можливість зараження інфекційними захворюваннями), машин і механізмів, теплової та електричної енергії, будівель тощо. У тваринництві мають місце й професійні захворювання, спричинені різними мікроорганізмами, основним джерелом яких є хворі та заражені тварини. До поширених захворювань належать бруцельоз, туберкульоз, туляремія, сальмонельоз, лептоспіроз, токсоплазмоз, орнітоз, ліс-терельоз, трихофітія та інші.

Основними травмами у тваринництві є забиття, порізи, переломи кісток, опіки, отруєння, ураження електричним струмом та інші.

Значна кількість нещасних випадків відбувається при роботі машин для видалення гною з тваринницьких приміщень. На гноетранспортерах може статися захват людей елементами похилого транспортера при перебуванні у зоні рухомих елементів, травмування при падінні у прਿਆмок біля похилого транспортера через відсутність огорожень, а також травмування електричним струмом при доторканні до корпусу транспортера (за умови експлуатації живильного кабеля з пошкодженою ізоляцією на вході у клемну коробку, електродвигуна).

При роботі із стаціонарними механізмами для видалення гною необхідно виконувати такі вимоги:

Роботи, пов'язані з технічним обслуговуванням і усуненням несправностей машин та обладнання, повинні проводитися після виключення двигуна і повної зупинки робочих органів.

На робочих місцях операторів, що обслуговують машини та обладнання, повинні бути вивішені інструкції з охорони праці.

У місцях над гнойовим каналом, де тимчасово зняли решітку, необхідно встановити огороження.

Жолоби транспортера в проходах і біля воріт необхідно накривати перехідними щитами, що витримують навантаження транспортних засобів на переїзді та працівників із вантажем на переходах.

Під час роботи транспортера не дозволяється впускати в приміщення або випускати з нього тварин.

Включати транспортер у роботу повинен відповідальний за його експлуатацію, попередньо переконавшись у відсутності на ньому або в жолобі сторонніх предметів. Після цього він має подати умовний сигнал про пуск.

Не дозволяється проводити натягнення ланцюга за допомогою прокручування вала електродвигуна.

5.2. Охорона навколишнього середовища від забруднення

Велика концентрація тварин на обмежених територіях призводить до різкої зміни ветеринарно-санітарних умов і епізоотологічної обстановки порівняно з тим, що буває при есктенсивній формі ведення господарств. Тому проблема охорони навколишнього середовища від забруднення гноем, гноївкою та стічними водами тваринницьких комплексів промислового типу вже на сучасному етапі є актуальною для багатьох країн світу.

Особливістю рідкого гною є те, що в ньому близько половини азоту перебуває в аміачній формі. При тривалому зберіганні такого гною, особливо в гноєсховищах відкритого типу, значно знижується його якість.

Систематичне застосування високих доз рідкого і напіврідкого, гною (150-160 т/га) призводить до різкого збільшення нітратного азоту в ґрунтових водах та в рослинах. Згодування таких рослин тваринам може шкідливо позначитись на їх здоров'ї. Забруднюються (особливо нітратами) підґрунтові води і в тому випадку, коли з переповнених гноївкозбірників гноївка стікає у природні резервуари (долини, ями та ін.). Рідкий гній і гноївка, потрапляючи у прісні

водойми, нерідко спричинюють забруднення їх. Тому, проектуючи і будуючи тваринницькі ферми, слід передбачати повне і високоефективне використання гною для удобрення полів з урахуванням рекомендованих доз, строків і способів його внесення. Важливе значення в охороні прісних водойм від забруднення відходами тваринницьких комплексів є побудова типових гноєсховищ, колодязів – гноївки збірників та очисних споруд. Ефективним, є очистка тваринницьких стоків на полях зрошення. При цьому у верхньому (до 30 см.) шарі ґрунту майже повністю вбирається наявний в тваринницьких стоках азот, фосфор, калій.

Щоб прискорити розкладання органічної речовини та зменшити втрат азоту у вигляді аміаку і підвищити урожайність сільськогосподарських культур, під час компостування гною до нього додають фосфорне борошно або суперфосфат.

Широке запровадження раціональних способів переробки і використання відходів тваринницьких ферм дають змогу чітко дотримуватись зоогігієнічних вимог і ветеринарно - санітарних правил, зменшити ступінь забруднення навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналіз засобів для прибирання гною та вибрано оптимальний варіант виходячи із навантаження на тяговий орган конвеєра.

В конструкторській частині проекту обґрунтована необхідність в розробці удосконаленої лінії прибирання гною, удосконалення її полягає в зміні конструкції скребка конвеєра, який буде прибирати гній із зменшенням своєї ваги на 17 %.

Розрахунки показують, що зусилля, яке припадає на один скребок дозволяє застосовувати капрон для виготовлення скребоків оскільки плече прикладення сили становить 0,120-0,150 м.

В результаті розробленої форми скребка забезпечено зменшення енергетичних затрат в процесі прибирання гною близько 13 %.

Конструкція запропонованого конвеєра сприяє забезпеченню:

- зниженню річних затрат праці на 108,8 люд-год.
- покращився екологічний стан на фермі, так як на місцях забору гною усувається його переливання.

А також можна відмітити, що при використанні запропонованої технології в порівнянні із існуючим прибиранням гною, затрати знижуються:

- праці на 7,2 %; - експлуатаційні на 4,4%; - приведені на 4,2 %..
 - Термін окупності додаткових капіталовкладень становить 1,95 років
- Річний економічний ефект становить 849223,6 грн.

Перелік використаної літератури

1. Теорія та розрахунок машин для тваринництва/ Б.П.Шабельник, М.М.Троянов, І.Г.Бойко та ін.; За ред. І.Г.Бойка, - Харків, 2002. 216 с.
2. Ревенко І.І., Щербак В.М. Механізація тваринництва. – К.: Вища освіта, 2004. 319 с.
3. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ребенко В.І. Машини та обладнання для тваринництва. – К.: Кондор, 2009. 731 с.
4. Ревенко І.І., Хмельовський В.С., Заболотько О.О. Проектування технологічних процесів у тваринництві: Підручник. – К. : ЦП «Компринт», 2018. 292 с.
5. Машини та обладнання для тваринництва. Посібник-практикум. І.І.Ревенко, О.О.Заболотько та ін. - К.: Кондор, 2012. – 564 с.
6. Машини та обладнання для тваринництва. І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор , 2009.-730 с.
7. Сиротюк В.М. Машини та обладнання для тваринництва. – Львів: Вид. «Магнолія плюс», 2004. 201 с.
8. Національний проект „Відроджене скотарство” Міністерство аграрної політики та продовольства України. Національна академія аграрних наук України Київ – 2011. – 31 с.
9. Ревенко І.І., Заболотько О.О., Хмельовський В.С., Машиновикористання у тваринництві. - Ніжин, ПП Лисенко М.М. 2015. 326 с.
10. Посібник майстра-наладчика обладнання тваринницьких ферм і комплексів /за ред. І.І. Ревенко, Є.М. Мозоленко, М.М. Чос – К.: Урожай, 1992 – 264с.
11. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва. За ред. Скорика О.П., Полупанова В.М. – Харків: ХНТУСГ, 2009. 429с.
12. Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві. За ред. І.М. Бендери, В.П. Лаврука – Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. 564с.

13. Мехпанізація тваринницьких ферм/ Б.П.Шабельник, М.М.Троянов, І.Г.Бойко та ін.; За ред. М.М.Троянова, - Харків, 2002. 208 с.
14. Войналович О.В. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. / Войналович О.В., Марчишина Є.І., Кофто Д. Г. / - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. 418 с.
15. Машина і обладнання для тваринництва. Ревенко І.І., Хмельовський В.С., Заболотько О.О. та ін. – Ніжин, ПП Лисенко М.М. 2017. – 304 с.
16. Охорона праці та пожежна безпека /за ред. С.Д. Лехман, – К.: Вища школа, 1982 – 522с.
17. Машина для тваринництва та птахівництва. Посібник: За ред. Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. 2009. 207 с.
18. Заболотько О.О., Хмельовський В.С., Ребенко В.І. Проектування і розрахунок технологічних систем у тваринництві: Посібник для студентів вищих аграрних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації /О.О.Заболотько, В.С. Хмельовський, В.І. Ребенко, – К.: ЦП «Компринт» , 2018. 268 с.
19. Заболотько О.О., Хмельовський В.С., Ребенко В.І. Машиновикористання у тваринництві /О.О.Заболотько, В.С. Хмельовський, В.І. Ребенко, – К.: ЦП «Компринт» , 2015. 248 с.
20. 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.
21. Монтаж і пусконаладження фермської техніки / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.Д. Роговий та ін. ; За ред. І.І. Ревенка.-К.: Кондор, 2004. - 400 с.
22. Ревенко І.І., Кукта Г.М., Манько В.М. та інші. Механізація виробництва продукції тваринництва. – К.: Урожай,1994. - 240 с.
23. Ревенко І.І., Роговий В.О., КравчукВ.І. та ін. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств.-К:Урожай,1999. -199 с.
24. Ревенко І.І., та ін. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва. - К:Урожай, 1984 – 245 с.

25. Ревенко І.І. та ін. Машиновикористання у тваринництві.-К:Урожай,1999. .- 180 с.
26. Лахман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І., Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві.-К.:Урожай,1993.
27. Ярошенко В.Ф. Кінематичний розрахунок привода, вибір електродвигуна та визначення вихідних даних для проектування передач. Методичні вказівки до курсового проектування деталей машин для студентів-заочників інженерних спеціальностей.
28. Яллі І.І. Механізація видалення гною. – К.: Урожай, 1981. – 72 с.
29. Відомчі норми технологічного проектування. ВНТП – АПК 01.05. Скотарські підприємства. Мінагрополітики України, К.: 2005.- 96 с.
30. Машини та обладнання для тваринництва. І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009. - 730 с.

ДОДАТКИ