

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЗМІЄВЕЦЬ АНДРІЙ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 636.084

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Підвищення ефективності механізації ферми ВРХ з модернізацією
мобільного кормороздавача**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Змієвець А.М.

Керівник роботи
Боровський В.М.
старший викладач

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Змієвець Андрій Михайлович. Підвищення ефективності механізації ферми ВРХ з модернізацією мобільного кормороздавача. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Технічні рішення, прийняті в проєкті, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших чинних норм і правил і забезпечують необхідні умови для життя і здоров'я людей.

В кваліфікаційній роботі для більш ефективної та злагодженої роботи кормороздавачів у технологічну лінію рекомендовано включити накопичувальний бункер. У цьому разі кормороздавачі завантажуються через шибер вивантажувального вікна накопичувального бункера, а змішувач працює на змішуванні та вивантаженні корму безперервно, не чекаючи кормороздавачів. Наявність накопичувального бункера дає змогу також розпочати процес приготування кормової суміші трохи раніше від запланованого часу годівлі.

У конструкторській частині запропоновано модернізацію кормороздавача КР-Ф-10.7, доповнивши його пристроєм для очищення годівниць від кормових залишків, що дає змогу повторно використовувати корми і тим самим скоротити їхнє споживання та поліпшити гігієну утримання тварин.

Ключові слова: кормороздавач, механізація, ферма, технологічна лінія, годівниця.

ANNOTATION

Andrii Zmiievets. Improving the efficiency of cattle farm mechanization with the modernization of a mobile feeder. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The technical solutions adopted in the project comply with the requirements of environmental, sanitary, hygienic, fire safety and other applicable rules and regulations and provide the necessary conditions for human life and health.

In the qualification work, it is recommended to include a storage hopper in the technological line for more efficient and well-coordinated operation of the feeders. In this case, the feeders are loaded through the gate of the discharge window of the storage hopper, and the mixer works on mixing and unloading the feed continuously, without waiting for the feeders. The presence of a storage hopper also allows the process of preparing the feed mixture to begin a little earlier than the planned feeding time.

In the design part, it is proposed to modernise the KP-Φ-10.7 feeder by adding a device for cleaning feeders from feed residues, which makes it possible to reuse feed and thereby reduce its consumption and improve animal hygiene.

Keywords: feeder, mechanisation, farm, production line, feeder.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	8
РОЗДІЛ 2. МЕХАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ФЕРМІ.....	18
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ.....	23
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Основа соціально-економічної стабільності суспільства – продовольча безпека, забезпечити яку може тільки агропромисловий комплекс, як основний постачальник продуктів харчування.

Організація виробництва молока починається з технології, а економіка - з виробництва. Якщо технологію не змінювати, то виробництво й економіка перебуватимуть у застої. У зв'язку з цим, технологія повинна безперервно вдосконалюватися. Нині важливою метою в аграрному комплексі стає розв'язання проблеми екологізації виробництва, підвищення якості, біологічної цінності та безпеки продовольства. Це вимагає переходу на нові адаптивні технології, освоєння відповідних їм поколінь комплексу сільськогосподарських машин і устаткування, врахування чинників, що зберігають природне середовище за економного використання всіх видів ресурсів, і передусім невідновлюваних.

Високі ціни на енергоносії, техніку, комбікорми, недосконалість структури кормовиробництва (з урахуванням природно-кліматичних умов окремих зон), висока собівартість власних кормів за незадовільної їхньої якості значно підвищують витрати на виробництво молока, збільшують собівартість і знижують конкурентоспроможність продукції.

Наразі на більшості ферм і комплексів назріла реальна необхідність оновлення та модернізації технологічних прийомів приготування кормів, технологічного обладнання, реконструкції приміщень, які б забезпечили зниження енергоємності та підвищення рентабельності, збільшення виробництва високоякісної та конкурентоспроможної продукції, зниження рівня забруднення довкілля.

Створення нових машин і обладнання має ґрунтуватися на суворо науковому підході, для комплексної механізації сільськогосподарського виробництва.

Виробництво конкурентоспроможної тваринницької продукції на сучасному етапі є складним завданням, яке ніколи не втрачає своєї актуальності. Незалежно від кількості тварин у приміщенні годування та видалення залишків корму завжди пов'язане зі значними витратами праці. Наявність кормових втрат, забруднення обладнання суттєво впливає на одержувані прирости та гігієну утримання тварин.

Ручне прибирання залишків корму пов'язане з великими витратами праці й не дає змоги своєчасно прибирати залишки корму. Несвоєчасне і неякісне прибирання залишків корму також створює сприятливі умови для розвитку мікробів і хвороботворних бактерій у годівницях. Таким чином, отримуємо подальше поїдання тваринами неякісного корму. Усе це може призвести до захворювань тварин, до збільшення їхнього падежу.

Своєчасне та якісне прибирання залишків корму не тільки підвищує гігієну, а й дає змогу частково використовувати залишки корму для повторного використання.

Існуючі способи та пристрої роздачі кормів тваринам не передбачають очищення годівниць. Ці технологічні процеси на багатьох тваринницьких фермах виконуються вручну або окремими машинами. Тому нині актуальним є питання щодо підвищення якості очищення годівниць і надійності очищувача годівниць за одночасного очищення годівниць від кормових залишків і дозованої подачі кормів за один прохід.

Для вирішення завдань у галузі механізації, електрифікації та автоматизації, поставлених перед агропромисловим комплексом, необхідні технічно навчені та кваліфіковані фахівці, які володіють професійними знаннями. Від рівня підготовки інженерних кадрів багато в чому залежить подальший розвиток сільськогосподарського виробництва та його тваринницької галузі.

Основна мета цього проєкту – підвищення рівня механізації ферми ВРХ.

Тому, виходячи з поставленої мети, було сформульовано такі завдання досліджень:

- провести аналіз наявних схем приготування та роздачі кормів;
- вибрати та обґрунтувати технологію приготування та роздачі кормів;
- розробити технологічну схему приготування та роздачі кормів;
- провести модернізацію мобільного кормороздавача.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роздачі кормів на фермі ВРХ.

Предмет дослідження: закономірності впливу конструктивних параметрів модернізованого мобільного кормороздавача на техніко-економічні показники технологічного процесу роздачі кормів на фермі ВРХ.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Боровський В. М., Спірін О. О., Змієвець А. М., Колесник О. В., Марченко В. С. Дослідження процесу змішування компонентів кормів у горизонтальному змішувачі. Сучасна концепція освітлення в птахівництві. Збірник тез X-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 7-11.

2. Боровський В. М., Змієвець А.М. Аналіз наявних схем приготування та роздачі кормів. Міжнародна науково-практична конференція молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки». м. Рівне, 9-10 травня 2024 року. Рівне : НУВГП. С.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для аграрних підприємств України представляє модернізований мобільний кормороздавач.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 40 сторінок комп'ютерного тексту, містить 6 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз наявних схем приготування та роздачі кормів

З метою повної механізації процесу роздавання кормів багатьма вченими встановлено ефективність згодовування кормів у вигляді повнораціонних кормових сумішей, що останніми роками підтверджують дослідження вчених [2, 4, 7]:

- при згодовуванні основних кормів, соломи та інших відходів рільництва у вигляді подрібненої рівномірно змішаної кормосуміші, за багатьма даними, збільшуються поїдання і засвоюваність кормів і, як наслідок, продуктивність корів до 12%;

- скорочується кратність годівлі тварин;

- забезпечується повна механізація роздачі кормів;

- забезпечується можливість нормованого згодовування кормів, зокрема й різних мікродобавок.

Наразі в нашій республіці і за кордоном набули поширення дві технології годівлі: роздільне згодовування кожного з компонентів раціону і годівля кормосумішами [1, 2, 4, 7].

При використанні кормосумішей значно зростає поїдання корму. Можливість подрібнювати і змішувати окремі компоненти дає змогу поліпшити смакові якості кормосуміші та збалансувати раціон годівлі, що зі свого боку сприятливо впливає на стан тварин. Стало можливим складати цільовий раціон для окремих груп тварин [1, 2, 4, 7, 8].

Здійснення завантаження, перемішування та роздачі кормів за один технологічний прийом за малої споживчої потужності суттєво дає можливість економити трудовитрати та на 50% споживання енергії [1, 2, 4, 7, 9, 12].

Перехід на годівлю кормосумішами дає змогу повністю механізувати роздачу кормів і підвищити продуктивність тварин за рахунок кращої їх засвоюваності [1, 4, 6].

Останнім часом широкого поширення набули роздавальники-змішувачі, оснащені шнеками з ножами, які в процесі змішування забезпечують подрібнення стебел і грубих частинок кормів. Застосування цих машин у кормоцехах дає змогу отримати кормосуміші з ваговим дозуванням компонентів і завершує певний етап розвитку кормоцехів у нашій країні [1, 2, 4, 7, 8, 10].

Таким чином, використання новітніх конструкцій роздавальників-змішувачів як у стаціонарі, так і в режимі "кормоцех на колесах" створює хороші передумови для групової нормованої (контрольованої) годівлі корів збалансованими за всіма поживними речовинами кормосумішами, орієнтованими на досягнення максимальної продуктивності тварин.

Роздавальники-змішувачі можна класифікувати за типом змішувача на шнекові з горизонтальним і вертикальним шнеком і роторно-лопатеві. Створено і випускаються змішувачі з горизонтальними двома, трьома, чотирма шнеками і одношнекові, за способом агрегування – причіпні і самохідні, за способом заповнення - з пристроями для самозавантаження і без них [1, 2, 4, 7, 8, 10].

Роздавальники-змішувачі випускаються з пристроями для самозавантаження і навантаження іншими навантажувальними засобами. Пристрої для самозавантаження представлені трьома типами: фреза на підйомній стрілі, поворотна лопата з активними ножами і фреза на вертикальній рамі.

Найпоширенішими для самозавантаження є фрези, які встановлюють на підймальній стрілі так, щоб вони могли спрямовувати відокремлені від бурту силосу частинки корму в бункер незалежно від висоти підйому. На фрез-барабані монтуються сегменти від косарних апаратів. Фреза приводиться в обертання від гідромотора, вбудованого в барабан. Направляючий дефлектор і козирки забезпечують подачу корму точно в бункер. Фрези однаково надійно відокремлюють силос від бурта, солону чи сіно з рулонів і великих тюків.

В умовах нашої республіки один роздавальник-змішувач може обслуговувати до 600 корів і більше, а раціони можуть включати, окрім силосу і грубих кормів у рулонах, також грубі корми розсипом. Не завжди вдається зберігати рулони під навісом і створити нормальні умови для роботи пристрою самонавантаження, тому з'являється необхідність використання фронтального навантажувача. Крім того, потужності трактора Беларус-82 може не вистачити на привід роздавальника-змішувача із самонавантаженням [1, 4, 6, 7, 8, 10].

Останнім часом за кордоном дедалі більшого поширення набувають роздавальники-змішувачі з вертикальним шнеком. Шнек для змішування і подрібнення кормів виконаний конусоподібно і на його витках встановлені шаблеподібні ножі з рифленою і гладкою заточкою. Бункер має овальну або круглу форму в горизонтальному перерізі та конусоподібну у вертикальному.

Низка зарубіжних фірм випускає кормозмішувачі, в конструкції яких використовуються горизонтально розташовані робочі органи у вигляді шнеків. Змішувальні пристрої такої конструкції ефективно здійснюють оброблення рулонів і прямокутних тюків, забезпечують високу однорідність змішування за невеликий проміжок часу. При цьому ступінь подрібнення та питомі витрати енергії на виконання процесу приготування корму перебувають на прийнятному рівні. Пристрої рекомендується використовувати для приготування збалансованих кормосумішей, вихідні компоненти яких мають достатню механічну міцність [2, 4, 6, 7, 8, 10].

Як засвідчив аналіз інформаційних матеріалів, у конструкціях кормозмішувачів використовують від одного горизонтально встановленого шнека (як правило, із зустрічною навивкою спіралі) до чотирьох. При цьому не простежується явної тенденції використання тієї чи іншої кількості шнеків у конструкціях кормозмішувачів [9, 10].

Останні дослідження німецьких фахівців засвідчили, що на великих фермах, а також на невеликих фермах на міжгосподарській основі

найвигіднішим є використання самохідних кормозмішувачів. Це підтверджує й аналіз ринку кормороздавальної техніки [2, 4, 7].

Самохідні кормозмішувачі виконують усі операції, передбачені технологією приготування і роздачі повністю збалансованих кормів. Вони випускаються як із вертикально встановленим робочим органом, так і з горизонтальними змішувальними пристроями.

Аналіз технічних даних зарубіжних кормозмішувачів показав, що за місткістю і габаритними розмірами основна гама обладнання цілком може використовуватися на типових фермах нашої країни.

Нині на молочнотоварних фермах ще широко використовуються мобільні кормороздавачі типу КР-Ф-10. Вони слугують для транспортування та роздачі кормосуміші або окремих компонентів раціону (сінажу, силосу подрібненої зеленої маси) [2, 4, 6, 7, 8, 11].

Мобільні кормороздавачі простіші за конструкцією та у виготовленні, ніж роздавальники-змішувачі. Вони менш металоємні, отже вартість їх набагато нижча за вартість роздавальників-змішувачів [3, 4, 6, 7, 8, 10].

1.2 Вибір та обґрунтування прийнятої технології приготування та роздачі кормів

Для безперебійної роботи роздавальника-змішувача з трактором потрібні хороші дороги з твердим покриттям. Тому перед упровадженням цієї техніки на фермах потрібно подбати про дороги між сховищами кормів і тваринницькими приміщеннями, щоб запобігти зривам графіків годівлі тварин [5, 8, 10].

Вибір технологічної схеми використання роздавальників-змішувачів залежить від конкретних умов господарства. Залежно від готовності господарства до переобладнання наявних тваринницьких приміщень, наявності вільних приміщень для приготування кормосумішей і фінансових можливостей можна використовувати такі технологічні схеми [3, 8, 10]:

1. Завантаження роздавальника-змішувача по черзі біля кожного сховища кормів, приготування кормосумішей, доставка до тваринницьких приміщень і роздача - так званий "кормоцех на колесах".

2. Приготування кормосумішей у приміщенні кормоцеху в роздавальнику-змішувачі, що працює в стаціонарному режимі, підвезення кормових компонентів і розвантаження їх у приміщенні кормоцеху за допомогою тракторних самоскидних причепів. Приймання кормосумішей, доставка і роздача їх тваринам здійснюється за допомогою кормороздавачів типу КРФ-10. Варіант - "Роздавальник-змішувач у кормоцеху" [9, 12].

Перша технологічна схема використовується повсюдно за кордоном і в більшості господарств республіки, де організували приготування і роздачу кормосумішей за допомогою імпортованих роздавальників-змішувачів [3, 4, 8, 10].

Робота роздавальників-змішувачів організовується за другою технологічною схемою, якщо в умовах діючих ферм немає можливості переобладнати тваринницькі приміщення (прибрати годівниці та влаштувати кормові столи) або немає коштів для купівлі двох роздавальників-змішувачів одночасно та наявна порожня будівля колишнього кормоцеху. Замість будівлі можна використовувати навіть бетонований майданчик [4].

Незважаючи на актуальність і високу ефективність переходу годівлі великої рогатої худоби повнораціонними кормовими сумішами, у більшості господарств, особливо з малопродуктивною худобою, через відсутність коштів на технічне оновлення ферм зберігається технологія роздільної годівлі тварин зі значними витратами ручної праці.

Для цього дипломного проєкту приймаємо технологічну схему, описану вище за другим варіантом, - приготування кормосумішей у приміщенні кормоцеху в роздавальнику-змішувачі, що працює в стаціонарному режимі, підвезення кормових компонентів і розвантаження їх у приміщенні кормоцеху за допомогою тракторних самоскидних причепів. Приймання кормосумішей,

доставка і роздача їх тваринам за допомогою кормороздавачів типу КР-Ф-10. Варіант – "Роздавальник-змішувач у кормоцеху".

Як змішувач буде використовуватися роздавальник-змішувач РСК-12. Використання роздавальника-змішувача дає змогу досягти однорідності багатокомпонентного корму понад 85%, а продуктивність тварин, за тих самих кормів, збільшується на 12-15%.

Фахівцями рекомендується така послідовність завантаження компонентів корму в кормороздавач:

1. Коренеплоди;
2. Борошністі, пресовані сипучі корми;
3. Сіно, солома;
4. Силос, сінаж.

1.3 Технологічна схема приготування та роздачі кормів

При переході на годівлю кормосумішами вирішено зберегти роздачу кормів мобільним кормороздавачем КР-Ф-10. Для групової годівлі корів повнораціонними кормосумішами тварин розміщуємо за групами. Перша група - лактуючі (дійні, новотільні та глибокостільні) корови, друга група - сухостійні корови та нетелі. Раціони включають трав'яний сінаж (силос), сіно, комбікорм, коренеплоди. Для приготування кормосумішей використовується будівля кормоцеху (рис. 1.1.).

Як змішувач використовуємо роздавальник-змішувач РСК-12 з електронним ваговимірювальним пристроєм, який переведено на електропривод (потужність електродвигуна 50 кВт) через гідродинамічну муфту, що пом'якшує пуск, і обладнано вивантажувальним транспортером. Усі роботи з приготування та роздачі кормів виконують три механізатори - один на фронтальному навантажувачі, другий на тракторі Беларус-82, який підвозить силос, сінаж і коренеплоди, третій на тракторі Беларус-923.3 з мобільним кормороздавачем КР-

Ф-10.7.

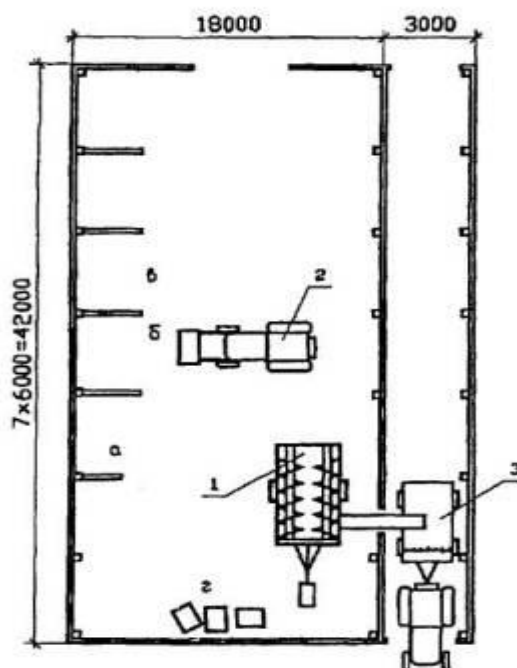


Рис. 1.1. Технологічна схема приготування та роздачі кормів за варіантом: "Роздавальник-змішувач у кормоцеху". 1 – роздавальник-змішувач РСК-12; 2 - трактор Беларус-82 із фронтальним навантажувачем; 3 – кормороздавальник мобільний КРФ-10; а – відсік для коренеплодів; б – відсік для силосу та сінажу; в – відсік для комбікорму; г – майданчик для сіна та соломи.

Роботу кормоцеху організовано таким чином. Рулони сіна і соломи підвозять на тракторі з фронтальним навантажувачем і складують у приміщенні кормоцеху. Комбікорм привозять на автомашині із завантажувачем ЗСК-10 і висипають в один із відсіків або перевантажують у бункер-дозатор БСК-10. Силос, сінаж і коренеплоди підвозять на тракторному причепі й вивантажують у відсіки.

Відповідно до технології прийнято такий порядок завантаження кормів у змішувач: коренеплоди, концентрати, сіно, силос і сінаж.

Рулони сіна звільняють від шпагату обв'язки і злегка розвалюють вручну. За поганого подрібнення і перемішування сіна слід у технологічний процес додатково включити подрібнювач рулонів корму ІРК-145. Подрібнювач рулонів корму доцільніше перевести на електропривод із гідродинамічною муфтою.

Механізатор вмикає змішувач, потім ковшем фронтального навантажувача з відсіку набирає певну кількість коренеплодів, під'їжджає до змішувача та повільно завантажує його в бункер, при цьому слідкує за кількістю вивантажених коренеплодів за показниками ваговимірювального пристрою змішувача. Таким самим чином завантажуються інші компоненти.

Процес подрібнення коренеплодів проводиться доти, доки кількість частинок розміром понад 15 мм не стане менше 30% від загальної кількості. Після завантаження останнього компонента процес змішування триватиме 5...7 хвилин, поки суміш не стане однорідною.

У результаті змішування і подрібнення великих частинок корму виходить однорідна маса, злегка спущена, що відрізняється від силосу як структурою, так і щільністю. Інший механізатор підганяє кормороздавач під похилий вивантажувальний транспортер. Перший механізатор відкриває шибер вивантажувального вікна, і починається заповнення кузова кормороздавача сумішшю. У той час, коли першим кормороздавачем роздають корм тваринам, відбувається змішування і вивантаження кормової суміші для другого кормороздавача.

Тривалість усього циклу роботи змішувача – від завантаження кормових компонентів до вивантаження суміші – не більше 20 хвилин.

Для більш ефективної та злагодженої роботи кормороздавачів у технологічну лінію слід включити накопичувальний бункер. У цьому разі кормороздавачі завантажуються через шибер вивантажувального вікна накопичувального бункера, а змішувач працює на змішуванні та вивантаженні корму безперервно, не чекаючи кормороздавачів. Наявність накопичувального бункера дає змогу також розпочати процес приготування кормової суміші трохи раніше від запланованого часу годівлі.

1.4 Технологічний розрахунок лінії роздачі кормів

Зробимо розрахунок лінії роздачі кормів. Для проектованої ферми на добу необхідно 6,03 т кормосуміші. Отже, за одну роздачу за дворазової годівлі необхідно роздати 3,015 т/год.

Необхідна продуктивність кормороздавача становитиме [7]:

$$W_u = \frac{Q_{\text{сум}}}{z \times t}, \quad (1.1)$$

де $Q_{\text{сум}}$ – добова потреба кормів, т;

z – кратність годування;

t – час на роздачу корму, год.

$$W_{\text{чмп}} = \frac{6,03}{2 \times 1} = 3,015 \text{ т/год.}$$

Продуктивність КРФ-10.7 [7]:

$$W_u = \frac{V \times \rho \times \varphi}{T_u}, \quad (1.2)$$

де V – об'єм кузова кормороздавача, м³;

ρ – густина кормосуміші, кг/м³;

$\varphi = 0,75$ – коефіцієнт заповнення;

T_u – час на навантаження, транспортування і роздачу кормів, год.

$$T_u = t_z + t_{\text{дв}} + t_p + t_{\text{доб}}, \quad (1.3)$$

де t_z – час завантаження, год;

$t_{\text{дв}}$ – час руху, год;

t_p – час роздачі, год;

$t_{\text{доб}}$ – додатковий час, год.

$$t_z = \frac{G_p}{W_{\text{зп}}}, \quad (1.4)$$

де G_p – вантажопідйомність роздавальника, т;

$W_{\text{зп}}$ – продуктивність завантажувача, т/год.

$$t_3 = \frac{10 \times 0,4 \times 0,75}{40} = 0,08 \text{ год};$$

$$t_{\text{об}} = \frac{l_{\text{зп}}}{g_{\text{зп}}} + \frac{l_{\text{х.х}}}{g_{\text{х}}}, \quad (1.5)$$

де $l_{\text{зп}}, l_{\text{х.х}}$ – шлях із вантажем і без вантажу, км;

$g_{\text{зп}}, g_{\text{х}}$ – швидкість із вантажем і холостого ходу, км/год.

Розрахунок ведемо за умови, що корми змішуються на фермі, розташованій від розглянутої МТФ-100 на відстані 2,5 км і транспортування здійснюється кормороздавачем.

$$t_{\text{об}} = \frac{l_{\text{зп}}}{g_{\text{зп}}} + \frac{l_{\text{х.х}}}{g_{\text{х}}} = \frac{2,5}{15} + \frac{2,5}{25} = 0,27 \text{ год};$$

$$t_p = \frac{V \times \varphi}{g_{\text{н.р.}}} \quad (1.6)$$

де V – об'єм кузова кормороздавача, м³;

$\varphi = 0,75$ – коефіцієнт заповнення;

$g_{\text{н.р.}} = 30 \text{ м}^3/\text{год}$ – швидкість подачі корму.

$$t_p = \frac{10 \times 0,75}{30} = 0,25 \text{ год}.$$

$$t_{\text{од}} = 5 - 8 \text{ хв}.$$

Тоді,

$$T_{\text{ц}} = 0,08 + 0,27 + 0,25 + 0,12 = 0,72 \text{ ч}.$$

Продуктивність кормороздавача [7]:

$$W_{\text{год}} = \frac{10 \times 0,4 \times 0,75}{0,72} = 4,2 \text{ т/год}.$$

$$n = \frac{W_{\text{год mp}}}{W_{\text{год}}} = \frac{3,015}{4,2} = 0,72. \quad (1.7)$$

Для транспортування кормосумішей для ферми, що розглядається, достатньо одного кормороздавача КРФ-10.7.

РОЗДІЛ 2

МЕХАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ФЕРМІ

2.1 Механізація водопостачання та автопоїння

Механізація та автоматизація водопостачання тваринницьких ферм дає змогу значно скоротити витрати праці та знизити собівартість тваринницької продукції. Крім того, механізація водопостачання підвищує протипожежну безпеку приміщень і підвищує санітарний стан ферми. Вибір засобів механізації водопостачання проводиться з урахуванням середньодобової норми водоспоживання і виробничої потреби [6]:

На проектованій фермі на одну корову на добу витрачається до 100 л води, на нетелей до 50 л. Вода витрачається на напування тварин, а також на інші виробничі потреби – технологічні, гігієнічні, господарські та протипожежні. Вода необхідна і в санітарно-побутових приміщеннях. На фермі споживається вода з підземних джерел. За допомогою насосної станції вода подається у водонапірну башту ємністю 15м³, а потім трубопроводами до споживачів. Приймаємо водопровід із поліетиленових труб. Система водопостачання об'єднана господарсько-питна та протипожежна. За допомогою водонапірної вежі створюється необхідний напір у магістралі, регулюється добова витрата води і створюється її необхідний запас. Для закачування води застосовуємо відцентровий вихровий насос ВН-2Ц-6 зі встановленою потужністю 13,0 кВт і подачею 6,8...10,4 м³ /год. Гаряче водопостачання на господарсько-питні та виробничі потреби молочного блоку здійснюється від водонагрівачів [7].

Для напування корів застосовуємо індивідуальні поїлки типу АП-1А. Індивідуальна поїлка гарантує гігієнічність у процесі напування худоби, бо в системі відсутнє сполучення між іншими пристроями напування, що унеможлиблює інфікування інших корів, у разі захворювання однієї тварини. Для сухостійних корів і нетелей застосовуємо групові поїлки, обладнані системою підігріву води. Поїлки розраховані на 25-50 голів [8].

2.2 Механізація роздачі кормів

На фермі одним із найважливіших технологічних процесів є годівля тварин. Правильно годувати слід не тварин взагалі, а кожну окрему тварину. Кожній тварині слід давати не тільки необхідні корми, а й готувати їх з урахуванням науково обґрунтованих вимог технологічного процесу. Досягти цього можна за допомогою правильно підібраного обладнання та машин [6].

На проектованій фермі застосовуємо мобільний кормороздавач КР-Ф-10.7. Використання мобільних роздавальників дозволяє конструкція ферми. Застосування їх на фермі зумовлено універсальністю використання та простотою обслуговування цих машин [7].

Годівлю тварин пропонується диференційовано відповідно до технологічних груп, збалансованими, повнораціонними кормосумішами двічі на добу. Роздача кормів проводиться кормороздавачем КР-Ф-10.7 у годівниці з попереднім очищенням годівниць від кормових залишків, навішеним на кормороздавач пристроєм для очищення годівниць. Своєчасне та якісне прибирання залишків корму не тільки підвищує гігієну, а й дає змогу частково використовувати залишки корму для повторного використання [5].

Приготування і роздавання кормів здійснюється за описаною технологічною схемою. Змішування кормів проводиться на майданчику однієї з ферм господарства змішувачем РСК-12 і автомобільним транспортом або безпосередньо кормороздавачами доставляється на інші ферми господарства.

Таку технологічну схему приготування і роздачі кормів уже широко застосовують в Україні.

2.3 Механізація доїння та первинної обробки молока

Для доїння дійного стада передбачено доїльну установку в молокопровід ДеЛаваль. Комплект включає: молокопровід, вакуумну систему, автоматичний

пристрій промивання, шість доїльних апаратів Дуовак із підвісною частиною МС 31, шлангами та кріпленнями. Видоєне молоко з установки перекачується транспортними молокопроводами в молочну кімнату для охолодження та короткочасного зберігання в резервуарах [5].

Охолодження – найкращий метод збереження натуральних властивостей молока. Екологічно доцільно охолоджувати молоко до 10°C , якщо час його зберігання не перевищуватиме 5 - 6 год; до $6 - 7^{\circ}\text{C}$ – за умови зберігання не більш як 12 год; і до $4 - 5^{\circ}\text{C}$ – за умови зберігання не більш як 24 год.

Досконаліші способи охолодження із застосуванням апаратів безперервної дії – молочних охолоджувачів, які працюють із використанням штучного холоду та забезпечують охолодження молока в потоці без зіткнення з повітрям.

Для охолодження приймаємо танк-охолоджувач молока DXSE-ровтли2500 з однією компресорно-конденсаційною установкою 5,5 кВт і автоматом промивання T100 [6].

Для перекачування молока з охолоджувача застосовуємо молочний насос 36МЦ-6-12, продуктивністю 6000 л/год і потужністю 0,6 кВт.

Доїння новотільних корів організовано на міні-доїльній установці, видоєне молоко йде на випоювання телят.

2.4 Механізація збирання гною та підтримання мікроклімату

Створення сприятливих санітарних умов для роботи на фермі, підвищення продуктивності праці – найважливіші вимоги, що висуваються до систем технічних засобів для механізації збирання та утилізації гною [7].

Для утримання дійних корів застосовуємо гідравлічну систему видалення гною, оскільки механічні засоби мають недостатню експлуатаційну надійність, велику металоємність, високі експлуатаційні витрати [11].

Заглиблені канали гідравлічних систем зверху перекриваються щільною підлогою з решіток. Застосування щільної підлоги дає змогу утримувати

тварин у чистоті, поліпшити санітарні умови та зменшити витрати праці на очищення приміщень від гною [12].

За лотково-відстійної системи видалення гною з лотків здійснюється під дією сили тяжіння та додаткового змиву водою. Вона рекомендується для застосування на дрібних фермах. Система складається з поздовжніх лотків-каналів, поперечного каналу, зовнішнього самопливного гноєпроводу і гноєзбірника. На кожен ряд верстатів або стійл передбачається поздовжній канал із напівкруглим дном $R = 15$ см і шириною по верху 70...80 см (для ВРХ) [6].

Сухостійних корів, нетелей і новотільних корів утримуємо безприв'язно на змінній підстилці. Для цієї групи тварин як засіб для видалення гною застосовуємо скреперну установку [3].

Оскільки швидкість пересування скребків незначна, вони не травмують і не турбують тварин. Установка прибирає гній із проходів і між стійлами та переміщує його до поперечного каналу, а з останнього маса видаляється в бік гноєзбірника.

Гноєвидалення з боксів для отелення та боксів для телят самопливно-сплавне.

Наявність гноєзбірника дає змогу видаляти гній із приміщення незалежно від графіка роботи транспортних засобів, які відвозять гній у сховище або на поле. Із гноєзбірника за допомогою агрегату для перекачування гною АПН-100 гній транспортують у гноєсховище або завантажують у розкидач рідких добрив МЖТ-6, що агрегується з трактором Беларус-82 [9].

Для перемішування гною в гноєсховищі приймаємо занурювальний міксер гомогенізатор. Для навантаження гною в транспортні засоби приймаємо агрегат для перекачування гною АПН-100.

Перед внесенням гною, міксером робиться однорідна суміш, вологість якої становить від 92...96 %. Потім занурювальним насосом завантажують розкидачі РЖТ, МЖТ-11 [9].

Для забезпечення приміщень чистим повітрям застосовуємо припливно-витяжну систему вентиляції з механічним спонуканням [8].

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

5.1 Пристрій і принцип роботи кормороздавача КР-Ф-10.7

Для доставки корму худобі використовується мобільний тракторний роздавальник КР-Ф-10.7. Кормороздавач КР-Ф-10.7 призначено для транспортування та роздачі подрібнених кормів і кормових сумішей, за допомогою подачі маси поздовжнім транспортером уперед на поперечний транспортер, у годівницю або розсипом на майданчик. Місткість кузова³ м10, вантажопідйомність 4 т [8].

Кормороздавач КР-Ф-10.7 агрегується з колісними тракторами тягового класу 1,4 (Білорусь-80/82 та ін.). Робочі органи роздавальника приводяться в дію від вала відбору потужності (поперечний транспортер) і від гідросистеми трактора (поздовжній транспортер). Він роздає на ходу подрібнені соковиті та грубі корми на один бік. Норма видачі кормів регулюється зміною швидкості поздовжнього транспортера і поступальної швидкості трактора [3, 6, 7].

КР-Ф-10.7 складається з рами, транспортера поздовжнього, трансмісії, бортів бокових, борту заднього, бортів надставних, гідроприводу, гальмівної системи, електрообладнання, моста з колесами і приставки для роздачі кормів [7].

Транспортер поздовжній є механізмом розвантаження і складається з двох ланцюгів, з'єднаних між собою планками за допомогою скоб і гайок, ведучого вала із зірочками, натяжної осі з відомою зірочкою та натяжними болтами, привода транспортера, який складається з планетарного редуктора, що складається з веденої та ведучої зірочки. Привід редуктора від реверсивного гідромотора, що працює від гідросистеми трактора [3, 6, 7, 10].

Трансмісія призначена для передавання від ВВП трактора крутного моменту до приставки для роздавання кормів і обертання транспортера

поперечного та ворушилок (бітерей). Складається з вала карданного, вала приводу редуктора, редуктора конічного, вала приводу ворушилок, натяжних пристроїв, зірочок і ланцюгових передач [2, 3, 6, 7].

Приставка для роздачі кормів призначена для подачі кормів у годівниці. Складається з двох боковин, борту переднього, транспортера поперечного, двох ворушилок, встановлених у підшипникових вузлах бічних стійок.

Машина працює таким чином. Після завантаження кормів вона прямує до місця роздачі, де спочатку вмикається приставка для роздачі кормів за допомогою ВВП трактора, потім гідропривід поздовжнього транспортера. Подрібнена маса подається вперед машини на поперечний транспортер приставки. Обертливими ворушилками маса розбивається, а транспортер вивантажує подрібнену масу в годівниці [2, 3, 6, 8].

Після годівлі корів частина кормів залишається в годівницях, що призводить до їх псування під дією вологи, створюючи антисанітарні умови.

Існуючі способи та пристрої роздачі кормів тваринам не передбачають очищення годівниць. Ці технологічні процеси на багатьох тваринницьких фермах виконуються вручну або окремими машинами. Тому мета модернізації кормороздавача КРФ-10.7 - підвищення якості очищення годівниць і надійності очищувача годівниць із використанням активного робочого органу - роторної щітки з капроновим ворсом.

3.2 Аналіз наявних конструкцій пристроїв для очищення годівниць

Стан здоров'я і продуктивність тварин залежать не тільки від якості, рівня та повноцінності їхнього харчування, а й значною мірою від своєчасного очищення годівниць і роздачі кормів [8].

Після годівлі корів частина кормів залишається в годівницях, що призводить до їх псування під дією вологи, створюючи антисанітарні умови.

Існуючі способи та пристрої роздачі кормів тваринам не передбачають очищення годівниць. Ці технологічні процеси на багатьох тваринницьких фермах виконуються вручну або окремими машинами [3, 6, 7, 8, 12].

Відомий кормороздавач для роздавання корму в годівниці та очищення їх від кормових залишків, що містить бункер 1 з рухомим дном у вигляді транспортера 2, зчісувальними бітерами 3,4 і вивантажувальним вікном, забезпечений скребком 5 для очищення годівниць [9]. Під час роботи кормороздавач двічі переміщується вздовж годівниці. Під час першого проходу вздовж годівниці скребком кормороздавача годівниця очищається від кормових залишків, а під час другого через вивантажувальне вікно бункера за допомогою транспортера і зчісувальних бітерів годівниця завантажується кормом (рис. 3.1).

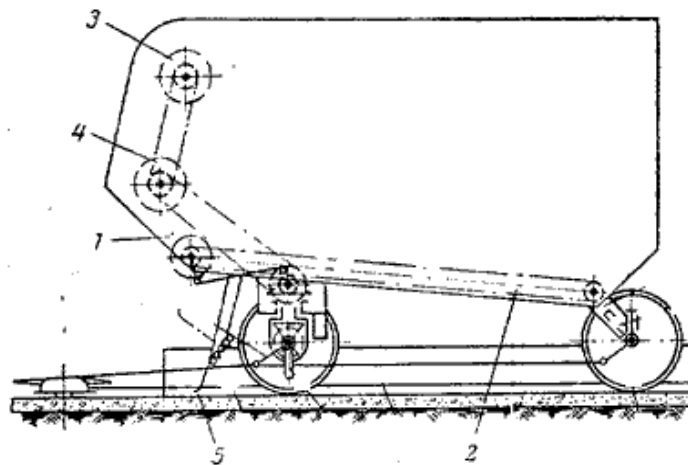


Рис. 3.1. Кормороздавач зі скребком для очищення годівниць.

Недоліком відомого кормороздавача є його невисока продуктивність. Це зумовлено тим, що для очищення годівниці та роздачі корму до неї потрібно два рази проходити вздовж годівниці, а також необхідністю збирання та видалення залишків після вивантаження їх із годівниці.

Відомий кормороздавальник [10], забезпечений пристосуванням для очищення годівниць, який має бункер 1 з рухомим дном у вигляді транспортера 2, на якому встановлена перегородка 3, що ділить бункер на дві секції 4, 5. В одній із секцій виконано вивантажувальне вікно 6 з поперечним вивантажувальним транспортером 7 і встановлено зчісувальні бітери 8. З боку

іншої секції бункера 1 на ньому встановлено пристосування для очищення годівниць, що складається зі щітки 9, яка взаємодіє з годівницею 10, і транспортувального органу 11, вивантажувальний кінець якого встановлено над цією секцією. Пристосування для очищення годівниць встановлено на бункері 1 з можливістю переміщення у вертикальній площині за допомогою гідроциліндра 12. Крім того, у цій самій секції на кінцях стінок бункера 1 встановлено кінематично пов'язані з транспортером 2 вертикальні барабани 13 зі стрічками 14, вільні кінці яких прикріплені до перегородки 3 (рис. 3.2) [3, 6, 7].

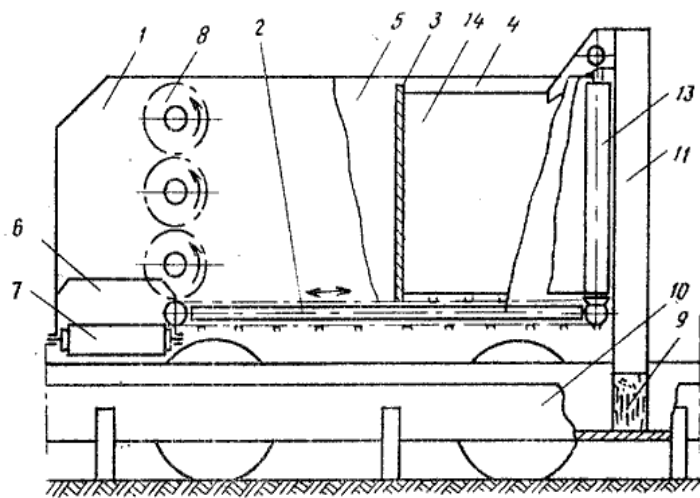


Рис. 3.2. Кормороздавач із пристроєм для очищення годівниць.

Недоліком відомого кормороздавача є складність конструкції та зменшення корисного об'єму кузова кормороздавача, внаслідок чого знижується продуктивність.

Відомий пристрій для очищення годівниць [11], що переміщується проходом тваринницьких приміщень 1, навішений на транспортний засіб 2, забезпечений закріпленими на ньому з обох боків очисними робочими органами - скребками 3, розташованими в годівницях 4. Пасивні робочі органи (скребки 3) очищають годівницю 4, згрібаючи кормові рештки (рис. 3.3).

Недоліками такого пристрою є: низька якість очищення годівниць; низька надійність пристрою, оскільки використовується пасивний робочий орган - скребок; неможливість використання кормових залишків.

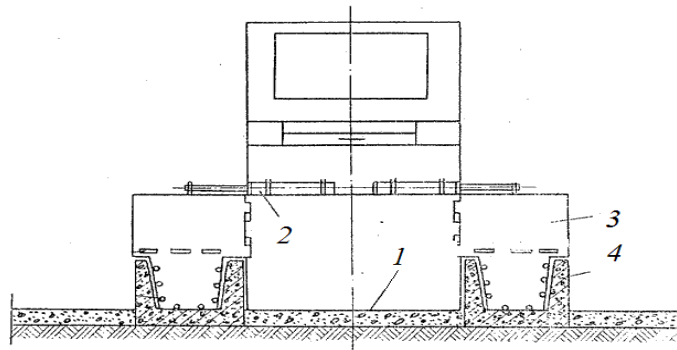


Рис. 3.3. Пристрій для очищення годівниць.

Відомий також агрегат для роздачі кормів і прибирання їх залишків [12].

Під час роздачі кормів кормороздавач зупиняється біля приймального бункера годівниці. Подальшим увімкненням гідромотора здійснюється привід стрічкового транспортера годівниці, на який із бункера кормороздавача за допомогою його вивантажувальних робочих органів корм скидається в приймальний бункер на стрічку транспортера, рух якої відбувається до заповнення кормом годівниці по всій довжині. Потім кормороздавач переїжджає до наступної годівниці (рис. 3.4).

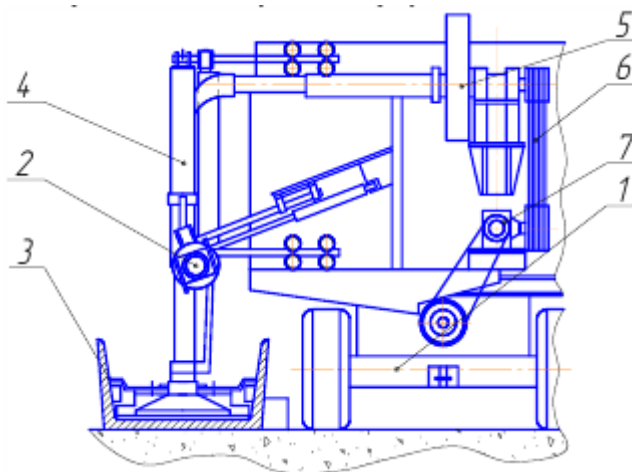


Рис. 3.4. Агрегат для роздачі кормів і прибирання їх залишків: 1 – ходова частина; 2 – гідромотор; 3 – годівниця; 4 – рукав всмоктувальний; 5 – вентилятор; 6 – передача ремінна; 7 – електродвигун.

Під час збирання залишків корму з годівниць, необладнаних транспортерами, кормороздавальник розміщують паралельно до годівниць, відкидне захоплення зачіпляють за пневматичний трубопровід, і останній, за

допомогою рамки та гідромотора, переміщують напрямними в крайнє положення співвісно з годівницею. Потім гідроциліндром всмоктувальна головка опускається в годівницю до зіткнення роликів кронштейнів з її стінками. Під час подальшого ввімкнення вентилятора і руху кормороздавача вздовж годівниці здійснюється всмоктування з неї залишків корму і викид їх у бункер.

Недоліками агрегату є: складність приводу всмоктувальної магістралі, а також низький ККД пневматичного насоса.

Метою конструкторської розробки є підвищення якості очищення годівниць і надійності очищувача годівниць з використанням активного робочого органу - роторної щітки з капроновим ворсом [8].

Технічний результат досягається тим, що пристрій для очищення годівниць і дозованої роздачі кормів містить очищувач годівниць, розміщений на передній стінці бункера дозатора, при цьому очищувач виконано у вигляді горизонтально розміщеного ротора зі щітками з капронового ворсу, ряди якого розміщені під кутом до осі ротора, висота змінюється за його довжиною з утворенням зрізаного конуса, причому ротор установлено з малим діаметром у напрямку руху дозатора [9].

3.3 Опис і обґрунтування конструкторської розробки

На кормороздавач КРФ-10.7 встановлюємо очищувач годівниць, розміщений на передній стінці приставки для роздавання кормів, водночас очищувач виконано у вигляді горизонтально розміщеного ротора зі щітками з капронового ворсу, ряди якого розміщено під кутом до осі ротора, висота змінюється за його довжиною з утворенням зрізаного конуса, причому ротор встановлений із малим діаметром у напрямі руху дозатора.

Пристрій очищувач годівниць (рис. 3.5) складається з роторної щітки 1, гідромотора 2, пневмопроводу 3, вентилятора 4 з гідроприводом, бункера-циклона 5, механізму для підймання й опускання щітки 6 і дозатора кормів з

елементами вивантажувального транспортера 7, блоку бітерів 8, бункера 9, поздовжнього транспортера 10 [3, 6, 7, 9, 11].

Під час руху пристрою роторна щітка 1 з циліндричною поверхнею, що складається з вала, ротора з ворсом, переміщується вздовж годівниці, частина кормових решток під її впливом переміщуватиметься. Тому очищувач виконано у вигляді горизонтально розміщеного ротора зі щітками з капронового ворсу, що розміщений під кутом (α) до осі ротора, зі змінною висотою за довжиною з утворенням конуса, де ротор установлено малим діаметром у напрямку руху дозатора [10].

Пропонований пристрій приводиться в рух від гідросистеми трактора (роторна щітка 1, вентилятор 4, механізм підйому й опускання щітки 6).

Технологічний процес очищення годівниць і дозованої подачі кормів відбувається таким чином (рис. 3.5). Бункер 9 пропонованого пристрою завантажується кормовим матеріалом (у кормоцеху) і транспортується до тваринницького приміщення, потім переміщується кормовим проходом. За допомогою гідросистеми трактора відбувається увімкнення робочих органів очищувача – вентилятора 4 і роторної щітки 1 та опускання її в робоче положення [8].

Вмикається вал відбору потужності (ВВП) для приводу робочих органів кормороздавача – блоку бітерів 8 і вивантажувального 7 транспортерів.

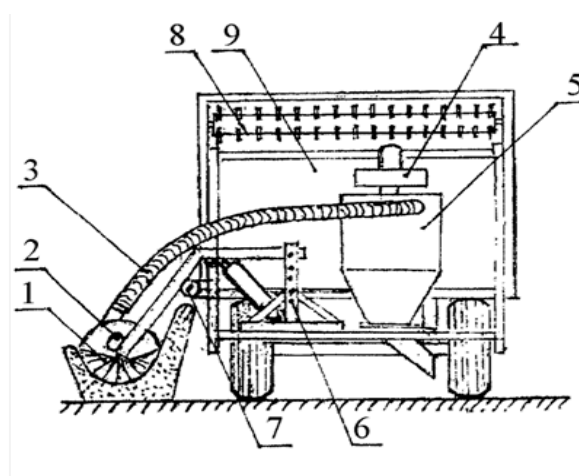


Рис. 3.5. Пристрій для очищення годівниць у робочому положенні

Роторна щітка 1, яку приводить в обертання гідромотор 2, виводить кормові рештки зі стану спокою і спрямовує в пневмопровід 3. Повітряний потік, створений у пневмопроводі вентилятором 4, транспортує кормові рештки в бункер-циклон 5, де вони осідають. Під час увімкнення вала відбору потужності приводяться в обертання блок бітерів 8, поздовжній 10 і вивантажувальний 7 транспортери [5].

У міру пересування пристрою відбувається очищення годівниць від кормових залишків і дозована подача кормів за один прохід. Кормові рештки, зібрані в бункері-циклоні 5, транспортуються в кормоцех для обробки.

3.4. Міцнісний розрахунок конструкторської розробки

Для запобігання поломок деталей і вузлів щітки в разі перевантаження, після приводного гідромотора встановлено запобіжну кулачкову муфту, яка під час збільшення навантаження спрацьовує і оберігає пристрій від поломок

Зробимо розрахунок і підбір муфти [2, 6, 13].

Крутний момент муфти, що передається

$$M = 9550 \frac{N}{n} \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (3.1)$$

де $N = 3$ кВт – потужність, що передається гідромотором;

$n = 300 \text{ хв}^{-1}$ – частота обертання вхідного вала.

Тоді,

$$M = 9550 \cdot 3 / 300 = 95,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Конструктивно, з урахуванням розмірів гідромотора, приймаємо:

- зовнішній діаметр напівмуфти (за кулачками)

$$D_{\text{н}} = 144 \text{ мм};$$

- внутрішній діаметр

$$d_{\text{вн}} = 120 \text{ мм}.$$

Звідси середній діаметр розташування кулачків

$$D_{cp} = \frac{2 D_H^3 - d_{BH}^3}{3 D_H^2 - d_{BH}^2} = \frac{2 \cdot 144^3 - 120^3}{3 \cdot 144^2 - 120^2} = 132 \text{ мм.} \quad (3.2)$$

Висота кулачків $h = 5$ мм.

Кут нахилу бічних поверхонь кулачків приймаємо $\alpha = 45^\circ$.

Приймаємо число кулачків $z = 15$.

Середня ширина кулачка за зовнішнім діаметром муфти [5]:

$$e_H = \frac{\pi \cdot D_H}{z_k} = \frac{3,14 \cdot 144}{15 \cdot 2} = 15 \text{ мм.} \quad (3.3)$$

і за внутрішнім діаметром [4]:

$$e_{BH} = \frac{\pi \cdot d_{BH}}{z_k \cdot 2} = \frac{3,14 \cdot 120}{15 \cdot 2} = 12,5 \text{ мм.} \quad (3.4)$$

Окружне зусилля:

$$P = M \cdot 2 / D_{cp} = 95,5 \cdot 2 / 0,132 = 1447 \text{ Н.} \quad (3.5)$$

Нормальний тиск на бічну поверхню кулачків:

$$P_\alpha = P / \cos \alpha = 1447 \cos 45^\circ = 1013 \text{ Н.} \quad (3.6)$$

Сила тертя на бічну поверхню кулачків:

$$F_\alpha = f \cdot P_\alpha \text{ Н,} \quad (3.7)$$

де $f = 0,15$ - коефіцієнт тертя.

$$F_\alpha = 0,15 \cdot 1013 = 152 \text{ Н.}$$

Осьова складова сили тертя

$$F_1 = F_\alpha \cdot \cos \alpha = 152 \cdot \cos 45^\circ = 106 \text{ Н.} \quad (3.8)$$

Нормальний тиск на бічну поверхню одного кулачка

$$P' = P_\alpha / z_k = 106 / 15 = 7,1 \text{ Н.} \quad (3.9)$$

Площа бічної поверхні кулачка

$$S = \frac{h}{\cos \alpha} \frac{D_H - d_{BH}}{2} = \frac{0,5}{\cos 45^\circ} \frac{14,4 - 12,0}{2} = 85 \text{ мм}^2. \quad (3.10)$$

Питомий тиск на бічну поверхню кулачка:

$$P_{num} = P' / S = 7,1 / 85 = 0,08 \text{ Н.} \quad (3.11)$$

У муфті шліцьове з'єднання $10 \times 30 \times 34$ (середній діаметр $d_{cp} = 32$ мм).

У шліцьовому з'єднанні діє сила:

$$P_{\text{шл}} = \frac{M \cdot 2}{R_{\text{шл}}} \text{ Н}, \quad (3.12)$$

де $R_{\text{шл}} = d_{\text{ср}} = 0,032$ м – середній діаметр шліців

$$P_{\text{шл.}} = 95,5 \cdot 2 / 0,032 = 5969 \text{ Н.}$$

Сила тертя в шліцьовому з'єднанні:

$$P_{\text{т.шл.}} = P_{\text{шл.}} \cdot f \text{ Н}, \quad (5.13)$$

де $f = 0,15$ – коефіцієнт тертя.

$$P_{\text{т.шл.}} = 5969 \cdot 0,15 = 895 \text{ Н.}$$

Пружина повинна врівноважити силу:

$$P_{\text{ос}} = P \cdot \text{tg} \alpha - F_1 - P_{\text{т.шл.}} = 1447 \cdot \text{tg} 45^\circ - 106 - 895 = 446 \text{ Н.} \quad (5.14)$$

Виходячи з отриманого значення врівноважувальної сили, приймаємо пружину № 428 ДСТУ EN ISO 2162-2:2018.

Число пружини $N_{\text{пр}} = 2$ шт.

Діаметр дроту $d = 2,8$ мм.

Зовнішній діаметр пружини $D_{\text{пр}} = 18$ мм.

Жорсткість одного витка $z_1 = 94,9$ Н/мм.

Найбільший прогин одного витка $f_3 = 1,281$.

Приймаємо число витків $n = 8$.

Крок навивки

$$q = d + f_3 = 2,8 + 1,281 = 4,1. \quad (3.15)$$

Звідси довжина пружини у вільному стані

$$\ell_{\text{пр.с.}} = n \cdot t + d = 8 \cdot 4,1 + 2,8 = 35,6 \text{ мм.} \quad (3.16)$$

Зусилля необхідне для попереднього стиснення пружини

$$f_{\text{з.п.}} z + P_{\text{пр}} = P_{\text{ос}}, \quad (3.17)$$

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{ос}} - f_{\text{з.п.}} z, \quad (3.18)$$

де $f_{\text{з.п.}}$ – робочий прогин одного витка, мм

$$f_{\text{з.п.}} = \frac{h}{n} \text{ мм}, \quad (3.19)$$

де h – висота кулачків, $h = 5$ мм;

n – число витків, $n = 8$.

$$f_{з.р.} = \frac{5}{8} = 0,625 \text{ мм.}$$

Тоді попереднє зусилля стиснення пружини

$$P_{пр} = 446 - 0,625 \cdot 94,9 = 387 \text{ Н.}$$

На муфті в зборі пружини попередньо стискаються до розміру 33,2 мм.

Напівмуфти стискаються проміжним диском, під яким сухе тертя.

Допустимий питомий тиск на поверхні тертя (сталь по сталі $\gamma = 2,0 - 2,5$ кг/см²).

Приймаємо $\gamma = 2,0$ кг/см².

Звідси необхідна площа тертя:

$$S = P_{осн} / \gamma = 446 / 2 = 223 \text{ см}^2. \quad (3.20)$$

Вище прийнято зовнішній діаметр напівмуфти $D_H = 144$ мм.

$$S = \frac{\pi(D_H^2 - d_{вн}^2)}{n_{пр}} \quad (3.21)$$

або

$$22300 = \frac{3,14 \cdot (144^2 - d_{вн}^2)}{2}$$

Тоді внутрішній діаметр тертя буде:

$$d_{вн} = \sqrt{144^2 - \frac{22300 \cdot 2}{3,14}} = 80,8 \text{ мм.}$$

І питомий тиск:

$$P = \frac{P_{осн} \cdot n_{пр}}{\pi \cdot (D_H^2 - d_{вн}^2)} = \frac{446 \cdot 2}{3,14 \cdot (144^2 - 80,8^2)} = 0,02 \text{ Н/см}^2. \quad (3.22)$$

Крутний момент від гідромотора через запобіжну муфту передається на вал щітки. Тому розрахуємо вал на міцність і шпонку на зминання [4].

Розрахунок вала на міцність.

Міцність вважається забезпеченою, якщо найбільші дотичні напруження, що виникають у небезпечному перерізі, не перевищують допустимих:

$$\tau_{\max} \leq [\tau_k], \quad (3.23)$$

де $[\tau_k]$ – допустимі напруження при крученні, $[\tau_k] = 30 \dots 40$ МПа.

Найбільші напруження обчислюються за формулою [4]:

$$\tau_{\max} = T / W_p, \quad (3.24)$$

де T – допустимий крутний момент на валу гідромотора, Н·м, $T = 95,5$ Н·м;

W_p – полярний момент опору при крученні.

Визначаємо полярний момент опору при крученні [14]:

$$W_p = \pi \cdot d^3 / 16, \quad (3.25)$$

де d – діаметр вала в небезпечному перерізі, мм.

$$W_p = 3,14 \cdot 25^3 / 16 = 3066 \text{ мм}^3.$$

Визначаємо напруження кручення [14]:

$$\tau_k = T / W_p = 95,5 \cdot 10^3 / 3066 = 31,1 \text{ МПа.}$$

$$\tau_{\max} \leq [\tau]_{\cdot k}$$

Визначаємо амплітуду напруження циклу τ_a і середнє напруження циклу під час віднульового циклу:

$$\tau_a = \tau_m = \tau_k / 2 = 31,1 / 2 = 15,6 \text{ МПа.} \quad (3.26)$$

Приймаємо матеріал вала з такими характеристиками:

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 570 = 246 \text{ МПа;}$$

$$\tau_1 = 0,6 \cdot \sigma_{-1} = 0,6 \cdot 246 = 147 \text{ МПа.}$$

За табл. 12.16 [13] приймаємо коефіцієнти k_τ і k_σ – ефективні коефіцієнти концентрації напружень:

$$k_\tau = 1,4 ; k_\sigma = 1,65.$$

За табл. 12.12 [13] приймаємо k_d – коефіцієнт впливу абсолютних розмірів.

Для $d = 25$ мм $k_d = 0,65$.

Для $Ra = 3,2$ коефіцієнт впливу шорсткості $k_f = 1,05$.

Коефіцієнт впливу поверхневого зміцнення $k_v = 1$.

Визначаємо загальний коефіцієнт концентрації напружень для цього перерізу втулки:

$$(k)_{\tau D} = (k_{\tau} / k_d + k_f - 1) / k_v = (1,4/0,65 + 1,05 - 1) / 1 = 2,2. \quad (3.27)$$

Визначаємо межі витривалості втулки в цьому перерізі [14]:

$$(\sigma)_{-1D} = \sigma_{-1} / (k)_{\sigma D} = 147 / 2,2 = 66,8 \text{ МПа}. \quad (3.28)$$

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності за дотичними напруженнями:

$$S_{\sigma} = (\sigma)_{-1D} / \sigma_a = 66,8 / 15,6 = 4,2. \quad (3.29)$$

$$S > [S] = 1,3 \dots 2,1.$$

Розрахунок шпонки на зминання.

Призматична шпонка розраховується на зминання за формулою:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2 \cdot \dot{O}}{d \cdot l(h-t)} \leq [\sigma_{\text{см}}], \quad (5.30)$$

де T – крутний момент, що передається, Н·мм;

d – діаметр вала, мм;

l – довжина шпонки, мм;

$(h-t)$ – висота грані шпонки в маточині, що працює на зминання, мм;

h – висота шпонки ($h = 7$ мм, таблиця 4.1 [14]), мм;

t_1 – глибина врізання шпонки в паз вала ($t_1 = 4$ мм, таблиця 4.1 [14]), мм;

$[\sigma_{\text{см}}]$ – допустима напруга під час зминання, $[\sigma_{\text{см}}] = 80 \dots 100$ МПа.

Отже,

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2 \cdot 95500}{25 \cdot 32 \cdot (7 - 4)} = 79,6 \text{ МПа}.$$

$\sigma_{\text{см}} \leq [\sigma_{\text{см}}]$ – умова міцності шпонки на зминання виконується.

Розрахунок болтів на зріз.

Фланці з'єднуються з трубчастим валом за допомогою болтового з'єднання.

Необхідно провести розрахунок прийнятих з'єднувальних болтів М12 на зріз.

Перевіряємо болти на зріз за такою формулою [3, 7, 9, 14]:

$$\tau_{\text{ср}} = 4T/\pi \cdot D \cdot d^2 \leq [\tau_{\text{ср}}], \quad (3.31)$$

де T – крутний момент на валу, Н·мм;

D – діаметр вала, м;

d – діаметр болтів, мм;

$[\tau_{\text{ср}}]$ – допустима напруга на зріз для болтів: $[\tau_{\text{ср}}] = 40$ МПа.

Тоді,

$$\tau_{\text{ср}} = 4 \cdot 95,5 \cdot 10^3 / \pi \cdot 70 \cdot 12^2 = 12,1 \text{ МПа.}$$

$\tau_{\text{ср}} \leq [\tau_{\text{ср}}]$ – умова виконується.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Технічні рішення, прийняті в проєкті, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших чинних норм і правил і забезпечують необхідні умови для життя і здоров'я людей.

В кваліфікаційній роботі для більш ефективної та злагодженої роботи кормороздавачів у технологічну лінію рекомендовано включити накопичувальний бункер. У цьому разі кормороздавачі завантажуються через шибер вивантажувального вікна накопичувального бункера, а змішувач працює на змішуванні та вивантаженні корму безперервно, не чекаючи кормороздавачів. Наявність накопичувального бункера дає змогу також розпочати процес приготування кормової суміші трохи раніше від запланованого часу годівлі.

У конструкторській частині запропоновано модернізацію кормороздавача КР-Ф-10.7, доповнивши його пристроєм для очищення годівниць від кормових залишків, що дає змогу повторно використовувати корми і тим самим скоротити їхнє споживання та поліпшити гігієну утримання тварин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шведик М.С. Практикум з механізації тваринництва. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2013. 336 с.
2. Машина та обладнання для тваринництва: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи. Н. І. Хомик, Т.А. Довбуш, Г. Б. Цьонь. А.Д. Довбуш Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 360 с.
3. Ревенко І.І. та ін. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. Київ : Урожай, 1999. 191 с.
4. Бойко І.Г. Теорія та розрахунок машин для тваринництва. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ), 2002. 216 с.
5. Майський М.І. Технологія металів і конструкційні матеріали. Київ: Урожай, 1969. 288 с.
6. Скорик О.П., Полупанов В.М. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, 2009. 429 с.
7. Єрмакова Л.М., Івановська Р.Т., Шевніков М.Я. Кормовиробництво. Київ : Міністерства аграрної політики України. 2008. 396 с.
8. Літовченко П.І. Деталі машин. Навчальний посібник. Харків : НАНГУ, 2015. 302 с.
9. Кірієнко О.А., Гузенко Ю.М. Теорія механізмів і машин. Деталі машин. Розрахунки механічних передач. Київ: Київський політехнічний інститут, 2016. 188 с.
10. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (ТНТУ імені Івана Пулюя), ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.

11. Задоя Н.О. Деталі машин. Запоріжжя: Запорізький національний технічний університет (ЗНТУ), 2018. 404 с.
12. Амосов В.В., Артеменко Д.Ю., Мороз С.М. Математичне моделювання сільськогосподарських машин. Кропивницький: Центральноукраїнський національний технічний університет (ЦНТУ), 2020. 48 с.
13. Хомик Н.І., Ткаченко І.Г., Довбуш А.Д. Машини та обладнання для тваринництва. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ФОП Паляниця В. А., 2022. 100 с.
14. Довбуш Т, А., Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Методи проектування сільськогосподарських машин. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.