

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 ЗАБОРУ СИЛОСУ  
З СИЛОСНИХ РУКАВІВ»

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)

\_\_\_\_\_ Шепель Іван Романович \_\_\_\_\_  
(ПІБ студента)

Київ-2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ОПБСТ

д.т.н., проф. \_\_\_\_\_ Хмельовський В.С.  
(підпис) (ІПБ)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи  
(дипломного проєкту бакалавра) студенту

**Шепелю Івану Романовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність \_\_\_\_\_ 208 Агроінженерія  
(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра «Механізація процесу забору силосу з силосних рукавів».

затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» 11.2024 р. № 2098 «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. Схема забору силосу з силосних рукаві
2. Конструкційна схема конвеєра.
3. Ланка агрегата. (Складальне креслення).
4. Деталювання вузла.
5. Схема вала.
6. Зірочка.

Дата видачі завдання «\_\_\_» \_\_\_\_\_ лютого 2025 р.

Керівник бакалаврського проєкту \_\_\_\_\_  
(підпис)

Хмельовський В.С.  
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис)

Шепель І.Р.  
(прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ

У даному дипломному проекті розроблено засоби механізації забору силосу з силосних рукавів для тваринницької ферми великої рогатої худоби (ВРХ).

У першому розділі описана виробнича характеристика господарства виконання дипломної роботи .

В другому розділі описується приготування кормів, основні його значення та зоотехнічні вимоги.

В конструктивній частині відображено засоби механізації забору силосу, розроблений апарат для більш ефективного забору силосу з рукавів на базі самохідної фрези Gonella Taurus 5-190.

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

Дипломний проект складається з пояснювальної записки об'ємом 66 аркушів, 6 таблиць, 10 рисунків, 34 літературних посилань та листів графічної частини 7.

Об'єкт досліджень – транспортер скребковий самохідний.

Мета роботи – обґрунтувати величину параметрів скребкового транспортеру розробленого для забору силосу з рукавів на основі розрахунків, які були проведені, вибрати найкращі сукупності значень параметрів та запровадити їх використання для створення нового покоління засобів забору силосу.

Метод досліджень – розрахунково-аналітичний.

Ключові слова: скребок, ланцюговий конвеєр, забір силосу, годівля, силосозбиральні апарати.

## ЗМІСТ

Завдання на проектування .....	2
Реферат .....	3
Зміст .....	4
Відомість дипломного проекту .....	6
<b>ВСТУП .....</b>	<b>7</b>
<b>1. ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ .....</b>	<b>8</b>
1.1. Загальна характеристика фермерського господарства «Віталія» на Сумщині.....	9
1.2. Структура молочно-товарного комплексу.....	9
1.3. Стан механізації виробничих процесів .....	11
1.4. Обґрунтування теми проекту.....	11
<b>2. ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ .....</b>	<b>13</b>
2.1. Значення та зоотехнічні вимоги .....	13
2.2. Обґрунтування і вибір технології кормоприготування.....	15
2.3. Розрахунок обсягу згодовування силосу .....	18
2.3.1. Добова потреба кормів .....	18
2.3.2. Разові витрати кормів.....	19
2.3.3. Продуктивність технологічних ліній.....	20
2.4. Вибір і визначення необхідної кількості машин та обладнання.....	21
<b>3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА ПРОЄКТУ.....</b>	<b>25</b>
3.1. Технологія силосування зелених кормів.....	25
3.1.1. Загальні відомості.....	25
3.1.2. Зберігання кормів у силосних ямах.....	26
3.1.3. Зберігання кормів у полімерних рукавах.....	26
3.1.4. Технологія силосування кормів у полімерних рукавах.....	28
3.1.5. Вивантаження силосних мас з полімерних рукавів.....	32
3.2. Огляд машин для нарізання та навантаження силосних мас.....	33

3.2.1. Самохідна фреза для нарізання та навантаження силосних мас Gonella Taurus.....	33
3.3. Механізація процесу забору силосу з силосних рукавів.....	38
3.3.1. Розрахунок ланцюгових робочих органів .....	38
3.3.2. Розрахунок скребкових робочих органів .....	42
3.3.3. Визначення міцнісних характеристик вала.....	47
<b>4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....</b>	<b>52</b>
4.1. Загальний огляд.....	52
4.2. Технологічно-економічні показники.....	52
4.2.1. Капітальні вкладення.....	52
<b>5. ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>	<b>58</b>
5.1 Безпека праці при виконанні технологічних процесів у тваринництві.	58
5.1.1. Виробничі небезпеки і травматизм у тваринництві.....	58
5.1.2. Вимоги безпеки до виробничих процесів, виробничого обладнання, машин і механізмів.....	59
<b>5.2. Безпека праці при роботі на силосних навантажувачах.....</b>	<b>61</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>62</b>
Перелік використаної літератури .....	63
Додатки.....	67

## ВСТУП

Сільськогосподарська техніка пройшла довгий шлях від примітивних знарядь праці до сучасних високотехнологічних машин і устаткування. Це історія зміни способів і засобів обробітку землі, догляду за рослинами та тваринами, збору та переробки врожаю. У розвитку агрокомплексу найважливішу роль відіграє сучасна нова сільськогосподарська техніка.

Сільськогосподарські машини розроблені для підвищення продуктивності праці шляхом механізації та автоматизації окремих операцій чи технологічних процесів. На сьогоднішній день у сільське господарство впроваджується безліч високотехнологічних розробок, які допомагають фермерам якісно вдосконалювати цю галузь. На перший план під час створення сільгосптехніки виходять цифрові технології та електронні системи машин. Основні напрями розвитку цієї галузі: підвищення якості та надійності; створення високопродуктивних машин; багатофункціональність машин; цифрова трансформація агропромислового комплексу.

Забезпеченість сільгоспвиробників сучасними сільськогосподарськими машинами дозволило застосувати до АПК сучасні агротехнології; покращити продовольчу безпеку країни та збільшити експортний потенціал.

Особливу увагу машинобудівники приділяють розвитку комплексної автоматизації та роботизації виробництва, а також технологіям проектування та моделювання екосистем. Це передбачає мінімізацію використання зовнішніх ресурсів (паливо та агрохімікати) при тій же продуктивності техніки.

Це забезпечує збільшення врожаїв, зниження собівартості, зменшення втрат під час зберігання готової продукції та підвищення її конкурентоспроможності. Нові машини дають можливість значно підвищити культуру сільського господарства на найближчу й подальшу перспективу.

## РОЗДІЛ 1

### ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

#### 1.1. Загальна характеристика фермерського господарства «Віталія» на Сумщині

Фермерське господарство «Віталія» знаходиться на Сумщині село Чернеча Слобода Конотопського району. Відразу ж після в'їзду на територію населеного пункту привертають увагу чепурні доглянуті будинки-обійстя, добротні вигони-випаси з водоймами, де від весни до осені «господарюють» домашня птиця та дрібна худоба.

Раніше населений пункт славився потужними базарами, на яких торгували насамперед поросятами, ними було багате кожне господарство як у Чернечій Слободі, так і навколишніх селах. Відлуння тих часів зберігається й сьогодні і насамперед завдяки економічно сильному селянському (фермерському) господарству «Віталія», яке ще в 1997-му році заснував місцевий мешканець Володимир Петрович Думенко. Зараз разом з батьком аграрну справу продовжують син Богдан, який «веде» тваринництво, і дочка Віта, на честь якої названо СФГ.

Основними напрямками діяльності ФГ «Віталія» є:

- тваринництво;
- виробництво сільськогосподарської продукції;
- зберігання сільськогосподарської продукції.

Головна його особливість – величезна практична увага до тваринництва. Зараз тут утримують понад 347 голів великої рогатої худоби швіцької породи, з яких більш як 300 – дійні. Загалом працюють 45 робітників. Маючи стабільні робочі місця, вони так само мають стабільні заробітки, впевненість у завтрашньому дні.

У свою чергу ФГ є крупним платників податків, відрахувань до Пенсійного фонду, виділяє кошти на утримання місцевої соціальної сфери –

насамперед на ремонт доріг, благоустрій села, а також допомогу ЗСУ, внутрішнім переселенцям тощо.

«Віталія» щороку нарощує поголів'я корів.

Річний надій на дійну корову перевищує 12 тисяч кілограмів молока. Добова продуктивність на фуражну корову перевищує 33 кг молока з умістом жиру 4,2%, білка — 3,5%. Продукцію відправляють на молокопереробні підприємства Бурині, Шостки, Київщини, завдяки чому мають економічну вигоду.

Досвід «Віталії» неоціненний з низки точок зору, в тому числі виробництва анти-алергенного молока типу А-2, оскільки тут утримують корів, які забезпечують саме таку продукцію і які перспективні технологічно й економічно. До того ж на Сумщині нарощують поголів'я унікальних лебединської та української бурої молочної порід, завдяки чому стають реальними перспективи збільшення виробництва цілющого молока, придатного до вживання як дітям, так і дорослому населенню без жодних винятків.

## **1.2. Структура молочнотоварного комплексу**

Справжня виробнича гордість «Віталії» – потужний молочнотоварний комплекс, облаштований європейською та світовою технікою і технологіями. Для цього голова ФГ об'їздив майже усю Європу, побував у Канаді, де вивчав технології утримання корів і загалом худоби. Досвід отримав неоціненний, тож чернечослобідський комплекс вважається одним із зразкових не тільки на Сумщині, а й в Україні.

ФГ має сучасний доїльний зал облаштований за рекомендацією компанії Dairymaster 24/2, де повністю автоматизованим способом одночасно можна доїти 48 корів.

З кожним роком відбувається підвищення приросту приплоду поголів'я, зростає кількість розтелу запліднених телиць.

Підприємство має окремі будинки для телят з індивідуальними клітками. Взимку бокові штори опускаються, влітку — повністю відкриваються. Коли будинок звільняється, підстилка видаляється, а приміщення і клітки

вимиваються, дезінфікуються та біляться. Поруч із будинками знаходиться молочна кухня, де миють обладнання, заряджають молочні шатли; зберігається все необхідне для догляду за телятами

Нещодавно «Віталія» подала заявку на отримання статусу племінного репродуктора великої рогатої худоби, що стане дійовим стимулом для подальшого розвитку тваринництва.

Нинішній рік стверджує динамічний розвиток галузі: порівняно з відповідним минулорічним періодом продуктивність корів вища на 10 відсотків.

Таким чином «Віталія» обрала єдино правильні стратегію і тактику розвитку тваринництва, зробивши практичний акцент на молочному скотарстві, що однозначно вигідне і потрібне.

### **1.3. Стан механізації виробничих процесів.**

Вже давно відомі аксіоми, що 60% у собівартості продукції і до 70% впливу на формування продуктивності займають корми та годівля. Саме, правильно організована годівля та технологія кормів визначають левову частку формування високої продуктивності.

Задля зменшення частки ручної праці, економії енергоресурсів процес годівлі тварин у господарстві майже повністю механізований – вони мають свої кормоцехи з приготування повнораціонних кормових сумішей, силосний навантажувач, використовують причіпні роздавачі кормів, трактори.

### **1.4. Обґрунтування теми дипломного проекту**

Розвиток тваринництва призводить до різкого збільшення об'ємів навантажувально-розвантажувальних робіт на тваринницьких комплексах і фермах. Виникає гостра необхідність у використанні універсальних навантажувачів, призначених для вивантаження та навантаження стеблових та інших кормів протягом року.

Універсальні навантажувальні машини набувають усе більшого розповсюдження при виконанні робіт у сільському господарстві завдяки

високій маневреності, малій масі і значній продуктивності порівняно з грейферними.

Підйом тваринництва неможливий без механізації та автоматизації виробничих процесів, при яких полегшується праця тваринників, різко знижується потреба в робочій силі на фермах, збільшується виробництво і поліпшується якість продукції, зменшується її собівартість.

За останні роки на українських сільгосп підприємствах все частіше почали використовувати унікальну техніку для нарізання та завантаження силосних мас виробництва італійської компанії Gonella самохідну фрезу моделі Taurus. Вже понад 7 років ця техніка працює на сільськогосподарських підприємствах України і забезпечує якісний відбір та навантаження корму. Використання наріжчика силосних мас від Gonella гарантує максимальне мінімізування втрат енергії і забезпечує швидке завантаження змішувачів нарізаним кормом.

## РОЗДІЛ 2

### ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ

#### 2.1. Значення та зоотехнічні вимоги

Продукцію тваринництва одержують переважно за рахунок використання кормових ресурсів рослинного походження (власного виробництва чи на основі кооперування з кормовиробничими підприємствами). Для цього колективні, державні і фермерські господарства вирощують зернофуражні культури, коренебульбоплоди, а також одно- і багаторічні трави на зелену масу, силос, сінаж та сіно.

З метою забезпечення високоефективного використання поживної цінності більшість кормів необхідно заготовляти і готувати до згодовування відповідно до діючих стандартів або зоотехнічних вимог, які враховують фізіологічні особливості тварин або птиці. Сутність цих вимог полягає у наступному.

Для високоефективного використання кормів важливим є забезпечення оптимального розміру кормових часток, що залежить від біологічного виду та віку тварин і птиці, а також від виду кормової сировини й характеру використання кормів (згодовування роздільне чи в складі кормових сумішей, у розсипному стані чи у вигляді гранул або брикетів). З цією метою кормову сировину перед згодовуванням подрібнюють.

Готові кормові суміші повинні задовольняти зоотехнічним вимогам, наведеним у табл. 2.1.

Табл. 2.1. Зоотехнічні вимоги до параметрів кормових сумішей

Показники	Для великої рогатої худоби та овець	Для свиней
Вологість, %	до 75	60–80
Рівномірність змішування, %, не менше Допустимі відхилення (за масою) вмісту	80	90

компонентів у суміші, %:		
грубі, соковиті	±10	±10
концентровані	±5	±5
кормові дріжджі	±2,5	±2,5
рибні	-	±5
молочні	±5	±5
поживні розчини	±5	±5
мінеральні добавки	±5	±5
харчові відходи	-	±5

## 2.2. Обґрунтування і вибір технології кормоприготування

У складі тваринницького підприємства повинні бути кормоприготувальні об'єкти, призначені для приймання, нагромадження й обробки кормової сировини, приготування та видачі кормових сумішей у необхідній кількості (відповідно до разової норми) і в чітко визначений час (безпосередньо перед годівлею за встановленим розпорядком дня ферми).

Процес кормоприготування полягає у виконанні технологічних заходів (дій, операцій), спрямованих на кормову сировину, що обробляється, з метою надання їй нових властивостей. Стосовно конкретних видів кормів багаторічним досвідом, а також науковими дослідженнями визначені раціональні технологічні заходи (рис. 2.1). Деякі з них є обов'язковими для більшості видів кормової сировини (наприклад, очищення, подрібнення).



Рис. 2.1. Найпоширеніші технологічні схеми підготовки до згодовування кормових компонентів і приготування сумішок

Крім того, для найефективнішого використання кормових ресурсів (годівля тварин повнораціонними збалансованими кормовими сумішами) обов'язковими є також операції дозування та змішування.

При виборі технології кормоприготування і відповідного варіанта кормоприготувального об'єкта доцільно дотримуватися таких рекомендацій:

- готувати повнораціонні кормові суміші з різних компонентів без їх термічної, хімічної або біологічної обробки. В такому цеху кормові компоненти перед годівлею лише очищають, подрібнюють і змішують. Це найпростіша технологія кормоприготування, яка рекомендується для тих господарств, де корми доброякісні і не потребують спеціальної обробки;

- готувати кормові суміші із застосуванням теплової обробки окремих або всіх компонентів. Завдяки такій обробці зіпсовані корми знезаражуються, покращується їх поїдання. Така технологія застосовується у разі використання недоброякісних, пліснявілих кормів (наприклад, харчові відходи) або при згодовуванні великій рогатій худобі значної кількості грубих (солома) кормів чи свиням - бульбоплодів;

- готувати кормові суміші з використанням хімічної, баротермічної, ультрафіолетової чи інфрачервоної або іншої радикально-активної обробки кормів.

Прикладом порційного приготування кормових сумішей є типовий кормоцех для свиней. Такий варіант кормоцехів дещо поступається перед потоковим кормоприготуванням за продуктивністю, а також питомими показниками енерго- та металомісткості процесу, проте покращує якість обробки кормів, рівномірність їх змішування.

Потоковість процесу кормоприготування забезпечують кормоцехи безперервної дії. Існує два варіанти кормоцехів такого типу:

- на базі подрібнювача-змішувача, в якому кормові компоненти (грубі корми, коренебульбоплоди) одночасно із змішуванням додатково подрібнюються;
- на базі змішувача, до якого компоненти надходять попередньо подрібненими до потрібного розміру.

Перший варіант дещо простіший у конструктивному відношенні, потребує меншого набору машин і дешевий, проте поступається перед другим за якістю обробки (подрібнення) і змішування кормів.

Змішувальні відділення й мобільні змішувачі-кормороздавачі дозволяють використовувати вагове дозування компонентів раціону та при необхідності збільшувати експозицію з метою зниження нерівномірності суміші. Дослідження свідчать, що мобільні змішувачі-кормороздавачі за техніко-економічними показниками переважають стаціонарні комплекти обладнання і можуть застосовуватись при будь-яких добових об'ємах приготування кормів на фермах. Особливість змішувальних відділень – приготування кормосумішей з ютових компонентів (наприклад, комбікорм і вода).

Кормоприготувальні агрегати застосовуються у випадках спрощеної схеми приготування кормів та обмеженої кількості компонентів. Порівняно з кормоцехами і змішувальними відділеннями дають змогу зменшити капіталовкладення, мають значно менші показники енергоємності, проте не дозволяють реалізовувати складніші технологічні схеми приготування кормів.

## 2.3. Розрахунок обсягу згодовування кормів

### 2.3.1. Добова потреба кормів

Для обґрунтування вибору типорозміру чи розрахунку кормоприготувального об'єкта необхідно знати добові потреби кормів для ферми, разовий обсяг їх видачі, продуктивність окремих технологічних ліній і кормоцеху в цілому.

Добову витрату кожного виду кормів  $G_{доби(i)}$  визначають за формулою:

$$G_{доби(i)} = \sum_{j=1}^n g_j \cdot m_j \quad (2.1)$$

$$G_{доб} = 30 \cdot 347 = 10410,0 \text{ кг}$$

де  $g_j$  - норма видачі  $i$ -го виду корму на одну голову  $j$ -ї групи тварин, кг (приймають відповідно до кормового раціону);

$m_j$  - кількість тварин у  $j$ -й групі;

$n$  - кількість груп тварин з однаковою нормою видачі даного виду корму 347.

Загальний добовий обсяг роботи кормоцеху  $G_{сум}$  становитиме:

$$G_{сум} = \left( 1 + \frac{W_{сум} - W_{ф}}{1 - W_{сум}} \right) \cdot \sum_{i=1}^k G_{доби} \quad (2.2)$$

де  $W_{сум}$  і  $W_{ф}$  - задана та фактична вологість кормової суміші, %;  $k$  - кількість складових компонентів кормового раціону. Вологість кормової суміші визначають як середньозважений показник:

$$W_{сум} = \frac{\sum_{i=1}^k W_i \cdot g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}, \quad (2.3)$$

де  $W_i$  - вологість  $i$ -го компонента кормової суміші.

При розрахунках приймають вологість концентрованих кормів 13%, коренебульбоплодів – 80%, силосу – 65%, трав'яного борошна – 14%, сіна і соломи – 18%, зеленої маси - 75%.

Для доведення вологості кормової суміші до заданої норми додають поживні розчини або воду, необхідна кількість яких така:

$$G_{\epsilon} = \frac{G_{\text{сум}} (W_{\epsilon} - W_{\text{сум}})}{100 - W_{\text{сум}}}, \quad (2.4)$$

де  $G_{\epsilon}$ ,  $W_{\epsilon}$  - відповідно кількість та вологість поживного розчину або води, які додають у кормову суміш.

### 2.3.2. Разові витрати кормів

Залежно від кратності роздавання кормів  $K$  (за розпорядком дня ферми) чи максимальної частини разової видачі того або іншого корму розраховують разову потребу підготовки кормів:

$$G_{\text{рази}} = \frac{G_{\text{добі}}}{K} \quad (2.5)$$

Або

$$G_{\text{рази}} = \beta \cdot G_{\text{добі}} \quad (2.6)$$

Результати внесемо у таблицю 2.2.

На свинофермах, у птахівництві та при відгодівлі великої рогатої худоби добову норму видачі кормів розподіляють, як правило, рівномірно між окремими циклами годівлі. На молочнотоварних фермах в окремих випадках удень видають до 40% добової норми корму. Крім того, практикують додавання грубих кормів (солома) переважно уранці та увечері.

Результати розрахунку витрат кормів подають у вигляді табл.2.2.

Табл.2.2. Добова потреба та розподіл кормів по видачах

Вид корму	Добова потреба, кг	Перша годівля		Друга годівля		Третя годівля	
		$\beta$ , %	$G_{\text{раз}}$ , кг	$\beta$ , %	$G_{\text{раз}}$ , кг	$\beta$ , %	$G_{\text{раз}}$ , кг
Силос	30	0,33	3435	0,34	3540	0,33	3435
Разом	10410	3435,3	3435	3539,4	3540	3435,3	3435

### 2.3.3. Продуктивність технологічних ліній

Продуктивність кожної технологічної лінії  $Q$  кормоцеху визначають за виразом:

$$Q_i = \frac{G_{рази}}{T_i}, \quad (2.7)$$
$$Q_1 = \frac{3540}{1,0} = 3540,0$$

де  $T_i$  - тривалість обробки певного виду корму або приготування кормової суміші, год.

Тривалість обробки кормів, що швидко псуються, не повинна перевищувати 1,5–2 год. В інших випадках або у разі приготування та роздавання кормів за зміщеним графіком тривалість роботи технологічних ліній і кормоцеху можна збільшувати, наприклад, до тривалості робочої зміни  $T_{pz}$  (мінімальна перерва між сусідніми циклами годівлі тварин за розпорядком дня по фермі) з урахуванням коефіцієнтів технологічного використання машин та обладнання  $K_{me}$  кормоцеху:

$$T_d = K_{me} \cdot T_{pz} \quad (2.8)$$

де  $T_d$  - максимально допустима тривалість роботи кормоцеху при виконанні разового обсягу роботи, год. Коефіцієнт  $K_{me}$  визначається так:

$$K_{me} = \frac{t_{on}}{t_{on} \sum t_{п}} \quad (2.9)$$

де  $t_{on}$  - основний час роботи лінії за цикл разового обслуговування тварин, год;

$\sum t_n$  - тривалість простоїв через несправності, регулювання робочих органів тощо протягом одного циклу приготування кормів, год.

Комплексний показник технологічної надійності кормоцеху повинен бути не менше 85%, при цьому  $K_{me} \geq 0,85$ .

## 2.4. Вибір і визначення необхідної кількості машин та обладнання

Кормоприготувальний цех включає технологічні лінії, а їх кількість зумовлюється складом кормового раціону, за яким готують суміші:

$$Z_{Л} = k + 1, \quad (2.10)$$

де  $Z_{Л}$  - кількість технологічних ліній у кормоцеху;  $k$  – кількість компонентів кормових сумішей.

$$Z_{Л} = 5 + 1 = 6,$$

Технологічні лінії кормоцеху, як правило, забезпечують обробку стеблових (грубі, силосовані) кормів, коренебульбоплодів, дозовану подачу комбінованих або концентрованих кормів, приготування поживних розчинів і, нарешті, змішування та видачу готової суміші.

При розробці технологічної схеми кормоприготування і комплектуванні кормоцеху машинами та обладнанням слід дотримуватися певних раціональних принципів, а саме:

- забезпечувати високоякісну обробку кормових компонентів;
- включати мінімально достатню кількість операцій і технічного обладнання, узгодженого за продуктивністю, й забезпечувати найкоротші шляхи переміщення кормів;
- відзначатися економічністю щодо ресурсовитрат (енергетичних, матеріальних, трудових);
- бути пристосованими до автоматизованого керування з метою підвищення якості процесу та надійності роботи, зниження затрат праці.

Вибір і визначення кількості машин та обладнання здійснюють поопераційно стосовно кожної технологічної лінії кормоцеху. При цьому за базову в кожній лінії приймають ту машину, яка виконує основну

(технологічну) операцію і зумовлює пропускну здатність відповідної лінії. Таким обладнанням, наприклад, в лінії обробки коренебульбоплодів є мийка-різка, а для всього кормоцеху – змішувач.

У разі можливості вибору обладнання однакового за призначенням порівняння та оцінку провадять у такій послідовності і за такими критеріями:

- якість виконання відповідного технологічного процесу (операції);
- узгодженість за продуктивністю технологічної лінії;
- мінімізація витрат (енергетичних, експлуатаційних) на виконання запланованої операції;
- простота конструкції та обслуговування, надійність і довговічність роботи.

Необхідну кількість машин  $n_m$  вибраної марки визначають за відношенням:

$$n_m = \frac{Q_i}{Q_m}, \quad (2.11)$$

$$n_m = \frac{3540,0}{3890,0} = 0,98$$

Приймаємо 1,0

де  $Q_m$  - продуктивність вибраної машини, кг/год.

При одержанні результату з дробом доцільно повернутися до аналізу рівняння (2.6). Якщо є можливість, змінюють тривалість роботи технологічної лінії так, щоб зменшити кількість машин у лінії.

Результати розрахунків кількості машин та обладнання в технологічних лініях кормоцеху зводять до табл. 2.3.

Якщо в технологічній лінії змішування використовують змішувачі періодичної дії, їх кількість  $n_m$  визначають за формулою:

$$n_m = \frac{G_{\max}}{\rho_{\text{сум}} V \beta_3 i_{\text{ц}}} \quad (2.12)$$

де  $G_{\max}$  - маса максимальної разової даванки суміші корму, кг;  $\rho_{\text{сум}}$  - об'ємна маса кормової суміші, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  - місткість вибраного змішувача, м<sup>3</sup>;  $\beta_3$  - коефіцієнт заповнення змішувача,  $\beta_3 = 0,7-0,8$ ;  $i_{\text{ц}}$  - кількість циклів змішування в одному агрегаті.

Об'ємна маса кормосуміші це середньозважений показник, який становить:

$$\rho_{\text{сум}} = \frac{\sum_{i=1}^k \rho_i g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}, \quad (2.13)$$

де  $\rho_i$  - об'ємна маса  $i$ -го компонента суміші, кг/м<sup>3</sup>.

Табл.2.3. Розрахунки потрібної кількості машин та обладнання кормоцеху

Назва технологічної лінії та операції	$Q_i$	Марка вибраної машини	$Q_m$ , кг/год	$n_m$ , (к-ть машин)	Примітка
Забирання силосу з рукавів	1	проект	3,89	1	для господарства

Кількість циклів змішування  $i_{\text{ц}}$  залежить від тривалості циклу приготування однієї порції кормової суміші та допустимого часу роботи лінії  $T_d$ :

$$i_{\text{ц}} = \frac{T_d}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.14)$$

Тривалість циклу приготування однієї порції кормової суміші становить:

$$t_{ц} = (t_{з} + t_{зм} + t_{р}), \quad (2.15)$$

де  $t_{ц}$  - час завантаження змішувача, год;  $t_{зм}$  - час змішування, год;  $t_{р}$  - час розвантаження змішувача, год.

Тривалість завантаження, а також розвантаження змішувача зумовлюється продуктивністю відповідних транспортних засобів і дорівнює:

$$t_{з} = \frac{V\rho_{сум}\beta_{з}}{Q_{з}}; \quad t_{р} = \frac{V\rho_{сум}\beta_{з}}{Q_{р}}, \quad (2.16)$$

де  $Q_{з}$ ,  $Q_{р}$  - продуктивність завантажувального та розвантажувального транспортерів, кг/год.

Для створення оперативних запасів вихідних кормових компонентів у кормоцехах є бункери-накопичувачі або бункери-живильники. Місткість цих бункерів  $V_{б}$  приймають залежно від тривалості періоду, на який розраховується запас відповідного корму:

$$V_{б} = \frac{G_{доб}D_{о}}{\varphi_{б}\gamma_{i}} \quad (2.17)$$

де  $G_{доб}$  - добова потреба  $i$ -го виду корму, кг;  $D$  - кількість діб, протягом яких використовують корм із бункера;  $\varphi_{б}$  - коефіцієнт заповнення бункера,  $\varphi_{б} = 0,9-0,95$ ;  $\gamma_{i}$  - об'ємна маса  $i$ -го корму, кг/м<sup>3</sup>.

Для забезпечення безперебійної роботи кормоцеху необхідно мати запаси сировини обсягом не менше дводобової потреби.

## РОЗДІЛ 3

### КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА ПРОЄКТУ

#### 3.1. Технологія силосування зелених кормів

##### 3.1.1. Загальні відомості

Силосування – це біологічний метод консервування кормів, в основі якого лежить процес молочнокислого бродіння.

Основною сировиною для заготівлі силосу є: кукурудза, соняшник, сорго, однорічні бобово-злакові суміші. Використовують для силосування також багаторічні сіяні та природні трави, коренебульбоплоди і баштанні, відходи рослинництва.

Силосні культури збирають і подрібнюють самохідними та причіпними кормозбиральними комбайнами ККЗ-150 (ВАТ «Олімп»), Борекс ККЗ-4,2 (ВАТ «Борекс») – продуктивність 30-90 т/год; КПИ-2,4А (ТОВ «Білоцерківагромаш») агрегатується з трактором МТЗ-80, 82, 100, 102, продуктивність 24-42 ц/га; Jaguar 900 (фірма CLAAS, Німеччина), Joyn Deere-7300 (США) – продуктивність 120-130 т/год. При скошуванні кукурудзи в стадії воскової або повної стиглості зерна комбайни обладнують пристосуванням для подрібнення зерна.

В сучасних умовах способи зберігання кормів повинні бути максимально ефективними забезпечувати мінімальні втрати поживних речовин і бути оптимальними з точки зору економіки та організації праці. При цьому, немає значення це стаціонарне чи тимчасове сховище. Звичайно, кожен спосіб зберігання має свої переваги та недоліки, проте вирішальним фактором при виборі системи зберігання є аспекти економічної доцільності та організації праці.

##### 3.1.2 Зберігання кормів у силосних ямах

Більшість сучасних українських аграрних підприємств отримали силосні ями «у спадок» ще з радянських часів. Маючи практично готові силосні

сховища, підприємства їх частково відремонтували та реставрували – саме тому в Україні у силосних ямах зберігається найбільша кількість кормів.

Технологія зберігання кормів у силосних ямах має певну складність у самому технологічному процесі. Оскільки для отримання високоякісного корму необхідно якомога швидше перекрити доступ кисню до маси, а силосна яма має великі розміри – відповідно витрати на швидку доставку з поля до ями та трембування маси тракторами – досить значні. У порівнянні з іншими технологіями, зберігання у ямах потребує найбільшої кількості людських та технічних ресурсів.

### 3.1.3 Зберігання кормів в полімерних рукавах

Зберігання кормів в рукавах є альтернативою силосуванню в ямах. Зберігати в рукавах можна практично усі види кормів: силос, сінаж, корнаж, жом, пивну дробину, спиртову барду та інші матеріали. Основною перевагою зберігання в рукавах є краща якість силосування та кормів, а також нижча вартість цієї технології у порівнянні з будівництвом нової силосної ями. У разі потреби збільшити кількість кормів для заготівлі – немає необхідності будувати додаткову яму, а у разі припинення діяльності ферми через економічну ситуацію – це відсутність «заморожених у силосну яму коштів», що є досить актуальним в сьогоденних умовах.

Внутрішній чорний шар створює природне середовище зберігання та захищає продукцію від проникнення прямих променів сонця. Крім того, всі шари містять спеціальну добавку-стабілізатор, яка захищає плівку від руйнівної дії ультрафіолетових променів.

Єдиною українською компанією-виробником зернових рукавів є компанія «Планета Пластик».



Рис. 3.1. Структура полімерних рукавів для зберігання кормів від компанії «Планета Пластик»:

Тип рукава	Діаметр, м	Товщина, мкм	Довжина, м	Місткість силосу, т
Рукав Харвел 1,95x60	1,95	230	60	-
Рукав Харвел 2,76x60	2,76	240	60	200-240
Рукав Харвел 2,76x75	2,76	240	75	250-300
Рукав Харвел 2,76x90	2,76	240	90	300-360
Рукав Харвел 3,05x60	3,05	240	60	220-260
Рукав Харвел 3,05x75	3,05	240	75	270-320

Компанія ТОВ «АГ-БАГ-Україна» є лідером з продажу силосних плівок, а також рукавів для зберігання кормів та сухого зерна в Україні. Більш ніж 500 українських підприємств щороку користуються продуктами та послугами компанії, підвищуючи ефективність власного бізнесу.

Компанія ТОВ «АГ-БАГ-Україна» у 2007 році компанія представила на українському ринку досі невідомий продукт – силосну плівку. Спеціалізуючись на продажі високоякісної продукції, компанія забезпечує надійний та довговічний захист кормів від негативного впливу навколишнього середовища.

За допомогою продукції компанії «АГ-БАГ-Україна» в Україні було збережено понад 5 000 000 тон якісних кормів.

### 3.1.4 Технологія силосування кормів у полімерних рукавах

Рис.3.1. Процес заповнення рукава силосною масою.

Успішно зберігати, або консервувати, в плівкових рукавах можна більшість знайомих ринку України кормів. Це силосна сировина: кормові злаки, люцерна, конюшина, цільні хлібні злаки, кормові продукти з кукурудзи (цільна листково-стеблова маса з качанами, подрібнені качани з обгортками і без, дроблена суміш очищеного зерна та стержнів качана), вологе або кондиціоноване кукурудзяне зерно (ціле/дроблене/плющене), пресований буряковий жом, пивна дробина та ін. Тобто силосування кормів може відбуватися безпосередньо в полімерних рукавах.

При цьому відбувається активне ущільнення маси, що силосується. Щільність утрамбованої маси перевіряється за допомогою лінії розтягнення, що нанесена на рукаві. Лінія вимірюється спеціальною лінійкою, яка йде у комплекті із рукавом.



Рис.3.2. Перевірка щільності утрамбованої маси за допомогою лінійки по лінії розтягнення.

Плівка тришарового поліетиленового рукава в залежності від його діаметра може мати товщину до 0,250 мм. Рукава захищені від руйнівної дії

ультрафіолетових променів сонця. Це забезпечує гарантоване зберігання корму до 2 років.

Білий зовнішній шар відбиває сонячне випромінювання. Різні моделі і варіанти прес-пакувальника дозволяють наповнювати рукава діаметром від 1,50 до 4,20 м. Їхня довжина може становити від 30 до 150 м, а вміст відповідно від 100 до 1500 тон. Таким чином, дана технологія однаково ефективна при використанні як на малих так і на дуже великих підприємствах. Завдяки рівномірному ущільненню маси, що силосується від 2 до 8 тон на 1 погонний метр (залежно від діаметра рукавів) створюються оптимальні умови для щоденної виїмки певної кількості корму залежно від поголів'я худоби і пори року.

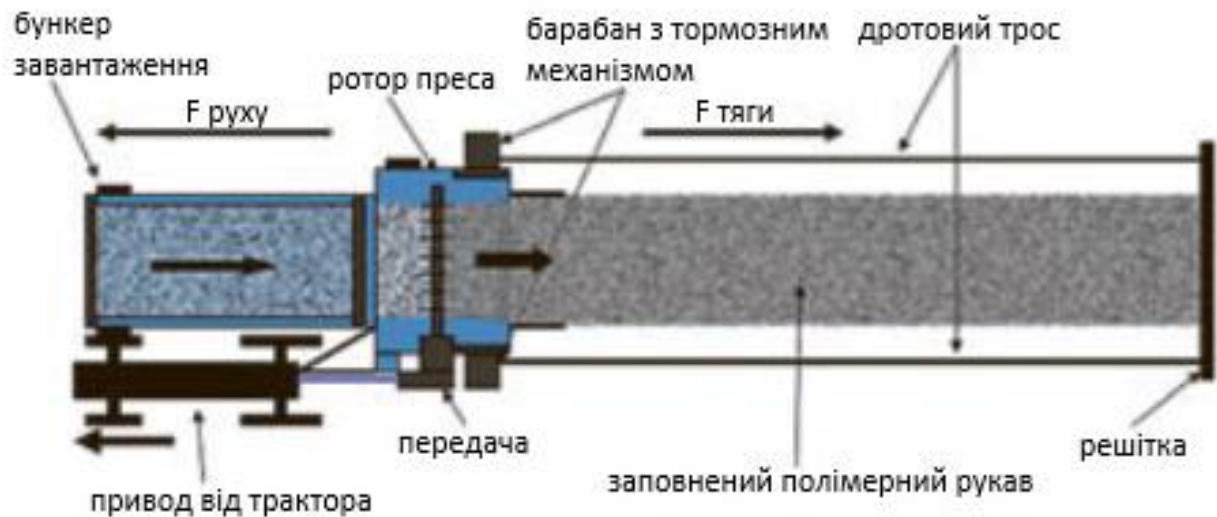


Рис.3.3. Схема процесу заповнення рукава силосною масою.

Дана технологія працює ефективно, тільки у випадку дотримання усіх необхідних технологічних норм:

- Маса, що силосується, повинна подрібнюватися до частинок розміром: силос кукурудзи – 1-2 см, конюшина/люцерна - 2-4 см;
- Вологість маси повинна становити:
  - 55-65 % для трав (конюшина, люцерна);
  - 65-73 % для силосу кукурудзи;
  - 70-78 % для жому та пивної дробини.

Відхилення в нижню або верхню сторону пов'язані з компромісами і ризиком отримати корм низької якості. Маса зеленого корму, що силосується із вмістом сухої речовини нижче 20 % може не законсервуватися в рукаві;

- Діаметр рукава потрібно розраховувати так, щоб після його відкриття, за один день проводилась виїмка 1-2 метрів упакованої маси.



Рис.3.4. Рукава, наповнені силосною масою для зберігання.

Переваги консервування і зберігання в полімерних рукавах:

- Моментальне герметичне закриття утрамбованої маси;
- Мінімізація небажаних патологічних реакцій в процесі ферментації та зберігання;
- Мінімізація втрат при зберіганні;
- Герметично закрита, газонепроникна система.

Строк зберігання кормів у плівкових рукавах без втрат поживності корму складає – 12 місяців.

Для захисту від механічних пошкоджень заподіяних тваринами чи птахами, рукава покривають захисною сіткою.

Вимоги до зеленої маси

- Висота зрізу – 25-30 см

- Фаза – Молочно-воскової стиглості
- Вологість / СР – 65-73 % / 27- 35 %
- Нарізка маси – 1-2 см

### 3.1.5 Вивантаження силосних мас з полімерних рукавів

Для забирання силосних мас з полімерних рукавів підходить механізація, відома з області силосування в траншеї. Для мінімізації втрат рукав відрізається на відстані 0,50-1 м над землею, починаючи збоку, півколом по всьому поперечному розрізу. Розріз рукава бажано робити з північної сторони.



Рис.3.5. Розріз силосного рукава.

Плівка відкидається і після виїмки корму знову розміщується на місці розрізу. При сипучості силосної маси, плівка знімається збоку таким чином, щоб залишки корму падали на плівку. Рукав ніколи не слід розрізати зверху в поздовжньому напрямку. Для виїмки підходять усі традиційні способи: переважно це телескопічні навантажувачі і фрези.

## 3.2. Огляд машин для нарізання та навантаження силосу

### 3.2.1. Самохідна фреза для нарізання та завантаження силосу Gonella Taurus.

Компанія уже понад 20 років постачає обладнання і техніку для ферм. За цей час вони стали партнерами таких європейських компаній як GEA, HAWE, PEECON, GONELLA, BRAO, BOSSINI, STOLL, ROYAL DE BOER, Northern Dairy Equipment, Clim.Air.50.



Рис.3.6. Самохідна фреза для нарізання та завантаження силосних мас Gonella Taurus 5-190.

За досвідом господарств до 40% енергії силосу може втрачатися в процесі неякісного виймання. Використання наріжчика силосних мас від Gonella гарантує максимальне мінімізування втрат енергії і забезпечує швидке завантаження змішувачів нарізаним кормом.

На сьогоднішній день машина є оригінальною та єдиною у світі. Всі моделі цієї техніки виготовляються у двох варіантах – з електричним чи дизельним двигуном та мають різну величину висоти підняття фрезерного агрегату.

Принцип роботи машини.

Нарізувач силосних мас Gonella є самохідним. Через управління оператора, встановлюється біля стінки силосної маси. Фрезерний апарат, що обертається на рухомій рамі, піднімається поверх маси, і, опускаючись, вривається в масу, направляючи її на скребковий транспортер, який вже і завантажує її в змішувач.

Переваги використання нарізувача Gonella:

### 1. Рівний зріз.

Ріжучий барабан в процесі нарізання лишає рівну стінку силосної маси та забезпечує збереження якості ущільнення маси, що заважає проникненню кисню в корм, що залишився.

### 2. Збереження структури корму.

Реберна форма фрезерного агрегату, який працює на низьких обертах, дозволяє глибоко врізатися в корм та забезпечує щадну дію на масу і зберігає її структуру не подрібнюючи її.

### 3. Висока швидкість нарізання.

Продуктивність ріжучого барабана та скребкового транспортера-завантажувача дозволяє забезпечити нарізання та завантаження до 45 тон силосної маси на годину.

Нарізання та завантаження силосу технікою Gonella є найдешевшим на ринку України, так як завантажувач знаходиться в ямі стаціонарно і не переїжджає за змішувачем, а електричний мотор споживає менше енергії, ніж телескопічний навантажувач. Тракторист, який працює на змішувачі, самостійно керує завантажувачем, що дозволяє скоротити кількість персоналу, задіяного у годівля.

Електрична модель наріжчика-завантажувача укомплектована двома гідронасосами, які встановлені на окремих гідробаках. Включення агрегату здійснюється з електрощита, на якому розташовані тумблери включення та екстреного гальмування.

В робоче положення агрегат встановлюється на трьох висувних гідравлічних опорах.

Рівний зріз силосної маси досягається за рахунок обертання на низьких обертах орбеного ротора зі встановленими на ньому ножами v-подібного типу, розташованими у шаховому порядку, що здійснюють повне перекриття площі зрізу. Привід ротора здійснюється за рахунок гідромотора, потужністю 9 або 11 кВт. Основа полотна виготовлена з нержавіючої сталі. Сам транспортер виконаний з металевих куточків, які встановлені на металевому ланцюзі з підшипниковим ходом. Транспортер має щітку для самоочищення.

Табл.3.1. Нарізчик-завантажувач силосу Gonella комплектується:

Ріжучий барабан	Барабан з розміщеними на ребрах сегментними ножами забезпечує глибину нарізання 40 см та унеможливорює переподрібнення корму. Ширина барабана 1.9 м
Рухома стріла	Призначена для підняття та опускання ріжучого барабана. Висота підняття барабана 4-5-6 м, обладнана системою захисту ножів барабана від контакту з підлогою
Скребковий транспортер	Пластинчатий (ланцюговий) конвеєр на підшипниковому ході забезпечує забирання маси знизу, транспортування та насипання її в кормозмішувач. Швидкість завантаження конвеєра до 40 тонн/год. Висота висипання 3,3 м, опція 3,6 м. Корпус транспортера який контактує з силосом виготовлений з нержавіючої сталі
Рухоме шасі	Міцна конструкція з 4-ма колесами. Передні з гідравлічним приводом, задні підрулюючі для маневрування. Обладнані 3-х точковою гідравлічною системою стабілізації вирівнювання на основі для стабільної роботи агрегату
Привід	Два гідравлічних насоси з електродвигунами та двома масляними баками. Один привід фрези потужністю 9 кВт, другий привід управління машиною 3,5 кВт
Управління та безпека	Управління проходить через гідравлічний розподільвач з важелями та кранами які регулюють включення функцій машини швидкість опускання ріжучого барабана та маневрування. Безпека – обладнана системою Тесла 24 Вольта

## Основні переваги самохідної фрези Gonella:

<p><b>Рівний зріз</b> </p> <p>Внаслідок ідеально рівного зрізу мінімізується контакт корму з киснем</p>		<p><b>Висока швидкість</b> </p> <p>Швидкість виймки та завантаження 35-40 тонн за годину.</p>
<p><b>Збереження трамбування</b> </p> <p>Не порушується цілісність моноліту затрамбованого корму (силосу або сінажу) що залишається в ямі</p>		<p><b>Точність завантаження</b> </p> <p>Завдяки скребковому транспортеру забезпечується точність виймання корму +/- 10 кг.</p>
<p><b>Розпушення корму</b> </p> <p>Під час нарізання корм розпушується що дозволяє кормозмішувачу швидше його перемішати</p>		<p><b>Немає переподрібнення</b> </p> <p>Використання унікальної системи ріжучого барабана дає змогу корму при виймці повторно не подрібнюватися і зберігати свою структуру.</p>

Рис. 3.7. Основні переваги самохідної фрези Gonella.

### 3.3. Механізація процесу забору силосу з силосних рукавів

#### 3.3.1. Розрахунок ланцюгових робочих органів

Ланцюгові роздаючі транспортери так, як і стрічкові транспортують корм вздовж загального фронту годівлі. Один замкнутий ланцюг може обслуговувати одночасно дві кормороздавальні лінії. Ланцюги можуть мати низькі або контурні скребки, або бути взагалі без скребоків, а транспортувати корм своїми ланками. За принципом дії ці машини так, як і ланцюгово-планчаті, відносяться до конвеєрів суцільного волочіння.

Натяжні пристрої транспортерів – зазвичай гвинтового типу.

Ланцюгові транспортери застосовуються для роздавання сухих кормів на птахофабриках. Довжина їх буває до 500 м, швидкість ланцюга 0,2...0,6 м/с.

Застосування ланцюгових транспортерів для роздавання вологих мішанок недоцільно, так як ланцюги трудно піддаються чищенню, відбувається закисання корму та порушення зоотехнічних вимог.

Перевагою ланцюгових роздавальних пристроїв є їх мала енергомісткість, висока експлуатаційна надійність, простота конструкції, можливість забезпечувати великий фронт годівлі, працювати за заданою програмою.

Основні параметри кормороздавальних пристроїв з деяким наближенням можна визначати за методикою розрахунку конвеєрів із погрузними скребками:

$$Q = B \cdot h \cdot v_{\text{л}} \cdot v \cdot K, \text{ т/год}, \quad (3.1)$$

$$Q = 2,8 \cdot 0,05 \cdot 0,4 \cdot 0,40 \cdot 0,76 = 0,017 \text{ т/с}$$

$$Q = 61,0 \text{ т/год.}$$

де  $B$  – ширина машини в м;

$h$  – висота слою корму в м;

$v_{\text{л}}$  – швидкість ланцюгово-скребкового транспортера в м/сек;

$v$  – об'ємна вага корму в кг/м<sup>3</sup>;

$K$  – коефіцієнт продуктивності.

$$K = \psi \cdot k_y \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3,$$

$$K=0,9 \cdot 1,08 \cdot 0,9 \cdot 0,97 \cdot 0,8$$

$$K=0,76$$

де  $\psi$  – коефіцієнт заповнення транспортера (при закритому коробі  $\psi = 0,9$ , при відкритому стані не більше  $0,5$ );

$k_y$  – коефіцієнт, який враховує ущільнення корму в коробі (для зерна  $k_y = 1,08$ , для мучних продуктів  $k_y = 1,13$ );

$k_1$  – швидкісний коефіцієнт, який враховує відставання верхніх і бокових шарів вантажу від ланцюга ( $k_1 = 0,9 \dots 0,95$ );

$k_2$  – коефіцієнт, який враховує об'єм, що займає скребковий ланцюг (попередньо приймають  $k_2 = 0,97$ );

$k_3$  – коефіцієнт, який враховує кут підйому транспортера  $\alpha$  [ $k_3 = 1 - (0,01 \dots 0,02)\alpha$ ].

Максимальний кут підйому транспортера із погрузними низькими скребками не повинен перевищувати  $15^\circ$ . Швидкість скребкового ланцюга рекомендуються приймати  $0,25 \dots 0,40$  м/сек.

В кормороздавальних пристроях уся довжина ланцюга є несучою (робочою) так як вона замикається через обвідні ролики в горизонтальній площині.

Опір на привідній зірочці можна визначити з виразу:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \text{ Н}, \quad (3.2)$$

$$W = 192,6 + 1,1 + 224,0 + 5,2 + 1,3$$

$$W = 423,0 \text{ Н}$$

де  $W_1$  – опір тертю корму по днищу короба в Н;

$W_2$  – опір тертю корму по боковим стінкам коробу в Н;

$W_3$  – опір підйому корму в Н;

$W_4$  – опір переміщенню ланцюга в Н;

$W_5$  – опір натяжної зірочки в Н.

Опір тертю корму по днищу короба:

$$W_1 = B \cdot h \cdot L \cdot v \cdot f_1 \cdot \cos \alpha, \text{ Н} \quad (3.3)$$

$$W_1 = 2,8 \cdot 0,05 \cdot 8 \cdot 400 \cdot 0,5 \cdot \cos 30^\circ$$

$$W_1 = 192,6 \text{ Н}$$

де  $L$  – довжина переміщення корму в м; 8

$f_1$  – коефіцієнт тертя руху корму по коробу; 0,5

$\alpha$  – кут підйому транспортера в градусах. 30

Опір тертю корму по бокових стінках короба:

$$W_2 = v \cdot h^2 \cdot \varepsilon \cdot L \cdot f_1 \cdot \cos \alpha, \text{ Н} \quad (3.4)$$

$$W_2 = 400 \cdot 0,05^2 \cdot 0,33 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot \cos 30^\circ$$

$$W_2 = 1,1 \text{ Н}$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт бокового тиску. 0,33

Опір підйому продукту:

$$W_3 = B \cdot h \cdot L \cdot v \cdot \sin \alpha, \text{ Н} \quad (3.5)$$

$$W_3 = 2,8 \cdot 0,05 \cdot 8 \cdot 400 \cdot \sin \alpha$$

$$W_3 = 224,0 \text{ Н}$$

Опір переміщенню ланцюга:

$$W_4 = 2g_{\text{л}} \cdot L_1 \cdot \omega_{\text{л}} \cdot \cos \alpha, \text{ Н}, \quad (3.6)$$

$$W_4 = 2 \cdot 50 \cdot 0,2 \cdot 0,3 \cdot \cos 30^\circ$$

$$W_4 = 5,2 \text{ Н}$$

де  $g_{\text{л}}$  – вага одиниці довжини ланцюга із скребками в Н/м;

$L_1$  – відстань між вісями зірочок в м;

$\omega_{\text{л}}$  – коефіцієнт опору руху ланцюга по направляючим (в середньому приймають для роликвого ланцюга  $\omega_{\text{л}} = 0,25 \dots 0,3$ , для безроликового  $\omega_{\text{л}} = 0,35 \dots 0,4$ ).

Опір натяжної зірочки при переміщенні продукту в напрямку від натяжної до привідної станції визначають за виразом:

$$W_5 \approx 0,25 \cdot W_4, \text{ Н}, \quad (3.7)$$

$$W_5 \approx 0,25 \cdot 5,2$$

$$W_5 \approx 1,3 \text{ Н}$$

при переміщенню продукту в напрямку від привідної до натяжної станції

Необхідна потужність двигуна:

$$N_{дв} = \frac{K'_1 \cdot W \cdot v_d}{102 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (3.8)$$

$$N_{дв} = \frac{1,1 \cdot 423,0 \cdot 0,5}{102 \cdot 0,61} = 232,7/62,2$$

$$N_{дв} = 3,8 \text{ кВт}$$

Приймаємо 5 кВт

де  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує втрати на привідній зірочці ( $K'_1=1,1$ );

$\eta$  – ККД передаточного механізму.

### 3.3.2. Розрахунок скребкових робочих органів

Скребкові транспортери з відкритими жолобами широко використовуються на тваринницьких фермах як в нашій країні, так і за рубежом для роздавання сухих кормів, вологих мішанок, жому, грубих кормів та силосу.

По взаємному розташуванні жолоба, ланцюга і скребків розрізняють транспортери:

- а) з нижньою робочою гілкою;
- б) з верхньою робочою гілкою;
- в) з обома робочими гілками, які переміщують корм по дерев'яному чи металевому жолобі в різні сторони або по чергово працюючі при реверсивному вмиканні.

Довжина шляху переміщення кормів досягає 100 м.

Достоїнством скребкових транспортерів є простота вивантаження сипучого корму в проміжних точках. через отвори в днищі жолоба, можливість використання обох гілок для переміщення продукту. До недоліків цих транспортерів слід віднести великий опір від тертя ковзання продукту по стінках жолобу: можливість деякого подрібнення часток при транспортуванні.

Привід скребкових транспортерів зазвичай здійснюється від електродвигуна через редуктор і ланцюгову або клинопасову передачі.

Продуктивність скребкових транспортерів для переміщення кормів можна визначити за наступною формулою:

$$Q = 3,6 \cdot V_1 \cdot v_{\text{л}} \cdot \nu \cdot \frac{1}{e}, \text{ т/год} \quad (3.9)$$

$$Q = 3,6 \cdot 0,021 \cdot 0,5 \cdot 500 \cdot 5$$

$$Q = 94,5 \text{ т/год}$$

де  $V_1$  – об'єм корму, який переміщується одним скребком, в  $\text{м}^3$ ;

$v_{\text{л}}$  – швидкість руху ланцюга в м/сек (приймають 0,5 м/сек.);

$\nu$  – об'ємна вага корму в  $\text{кг/м}^3$ ;

$e$  – крок або відстань між скребками в м.

При роботі скребкового транспортера кожний скребок штовхає перед собою якийсь об'єм  $V_1$  продукту, повздовжній переріз якого зображено на рисунку 3.1

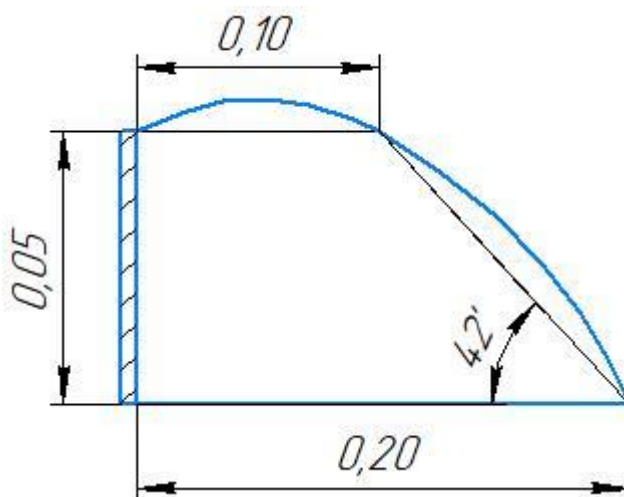


Рис.3.1. Переріз корму, який штовхається скребками

$$l_1 = 0,10 \text{ м}, \quad l_2 = 0,20 \text{ м}$$

$$V_1 = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot h_c \cdot b_c = 0,021 \text{ м}^3 \quad (3.10)$$

де  $h_c$  – висота скребка в м;

$b_c$  – ширина скребка в м (2,8).

Величину  $V_1$  визначають в залежності від  $l$ ,  $h_c$  і кута  $\alpha$ , який приймається рівним 0,7...0,8 від кута природного скосу корму.  $42^\circ$

Необхідна потужність електродвигуна:

$$N_{\text{дв}} = 1,1 \left( \frac{g_H \cdot L_t \cdot v_{\text{л}} \cdot f_1}{102} \pm \frac{g_H \cdot H \cdot v_{\text{л}}}{102} + \frac{2 g_0 \cdot L_T \cdot \omega_1 \cdot v_{\text{л}}}{102} \right) \cdot \frac{1}{\eta}, \text{ кВт} \quad (3.11)$$

$$N_{\text{дв}} = 1,1 \left( \frac{1,9 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 0,4}{102} + \frac{1,9 \cdot 3,5 \cdot 0,5}{102} + \frac{100 \cdot 8 \cdot 0,1 \cdot 0,5}{102} \right) \cdot \frac{1}{0,81}$$

$$N_{дв} = 0,6 \text{ кВт}$$

де  $g_H$  – навантаження на 1 м довжини транспортера в кг ( $g_H = \frac{Q}{3,6v_L}$ );  $Q = 3,5$   
т/год

$L_T$  – довжина транспортера в м;

$v_L$  – швидкість ланцюга в м/сек;

$f_1$  – коефіцієнт тертя корму по металевому жолобу;

$H$  – висота підйому корму в м;

$g_0$  – вага 1 м довжини ланцюга із скребками в кг;

$\omega_1$  – коефіцієнт опору частин транспортера, які рухаються (для безроликів  $\omega_1 = 0,15 \dots 0,2$ ; для роликів  $\omega_1 = 0,1 \dots 0,12$ );

$\eta$  – ККД передачі.

На тваринницьких фермах використовуються горизонтальні транспортери колового руху із консольними скребками, які складаються із привідної і натяжної станцій, тягового органу із скребками та жолоби. Такі транспортери можуть транспортувати сухі (концентровані) та вологі корми, проте вони мають суттєві недоліки (недостатню механічну міцність скребків, підняття скребків при переміщенні вантажу, заклинювання скребків у жолобі).

Для визначення продуктивності таких транспортерів доцільно користуватися формулою, яка в достатній мірі відображає характер порційного переміщення матеріалу

$$Q = 3,6 \frac{v_1}{e} v_L \cdot v \cdot C, \text{ т/год}, \quad (3.12)$$

де  $C$  – коефіцієнт, який враховує величину зазору між скребком і кожухом на фізико-механічні властивості корму.

Усі складові формули визначити легко, окрім об'єму корма, який переміщується одним скребком і можна виразити як

$$V_1 = F' \cdot b_c, \text{ м}^3,$$

де  $F'$  – площа повздовжнього перерізу корму перед скребком;

$b_c$  – ширина скребка.

Дослідженнями встановлено, що при транспортуванні легкосипучого продукту площу його повздовжнього перерізу перед скребком, можна представити двома площинами  $F_1'$  і  $F_2'$ , перша із яких обмежена зверху кривою виду  $y = a_1x^2 + B_1x + B_0$ , а друга – прямою  $y = -kx + h_c + mkh_c$ .

Як видно із формули, продуктивність транспортера залежить від кроку скребоків, який обумовлюється величиною призми волочіння і визначається із виразу:

$$l_{min} = h_c m + \frac{h_c}{k}, \quad (3.13)$$

Дослід застосування транспортерів, які розглядаються, підтверджує, що крок скребоків слід приймати  $(6...8)h_c$ . В процесі роботи на скребок горизонтального транспортера діють такі сили: опір корму, який переміщується, вага скребка, вага тягового органу та сила тертя скребка по дну жолоба.

Дослідження показали, що поворот скребка в поперечно-вертикальній площині відносно вісі, яка проходить через його нижній внутрішній край паралельно гілки тягового органу, виявляє великий вплив на величину сил опору та транспортуючу здатність.

Досліди показали, що для транспортування концентрованих кормів доцільно застосовувати скребки із відношенням  $\frac{h_c}{b_c} = \frac{1}{3}$ , а для сипучих продуктів (проса, гороху і т.д.) із відношенням  $\frac{h_c}{b_c} = \frac{1}{1.65}$ .

Великий вплив на величину коефіцієнта опору виявляє заклинювання продукту між краями скребка та стінками жолоба, а також тертя його по боковині жолоба.

Зазор між стінкою жолоба та скребком слід встановлювати 10...15 мм, так як менші зазори сприяють заклинюванню скребоків в жолобі, а більші супроводжуються безкорисним пересипанням корму і сприяють зростанню сил, які повертають скребок в поперечно-вертикальній площині.

Крок скребків приймають рівним  $(6...8)h_c$ ; кут установки скребка до дна жолобу з відхиленням від перпендикуляру до повздовжньої вісі транспортера не більше  $60^\circ$ .

Висота бокової стінки жолоба транспортера повинна перевищувати висоту скребка не менше ніж в 2 рази.

### 3.3.3. Визначення міцнісних характеристик вала

#### 3.3.4.

#### Розрахунок вала за еквівалентним моментом

Для вала вибираємо сталь 45.

Крутний момент на валу  $T = 394,555$  Нм, величина сили  $F = 1970,8$  Н

#### Визначаємо допустимі напруження

Границя витривалості  $\sigma_{-1} = 250...340$  МПа;

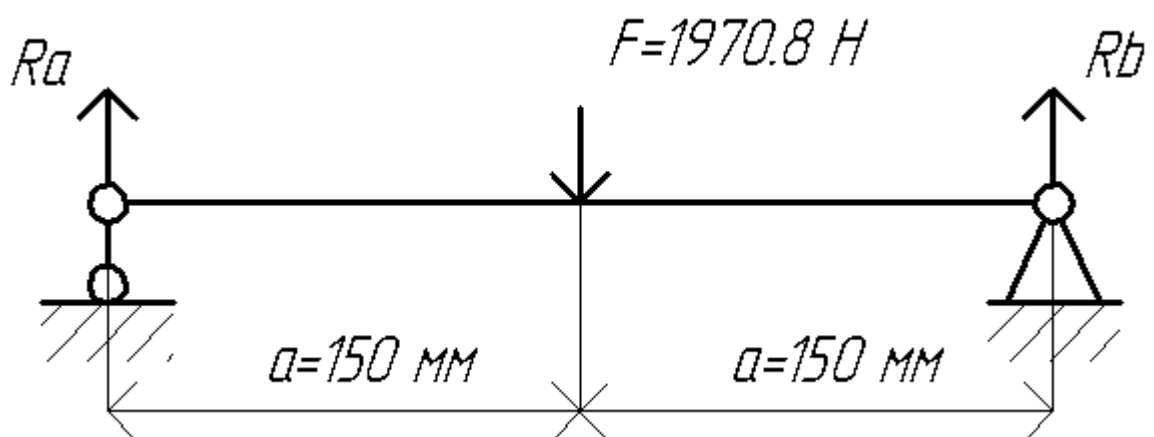
Приймаємо  $\sigma_{-1} = 280$  МПа.

$n_1 = 3.5$  - коефіцієнт запасу міцності.

Напруга, яка допускається  $\sigma_p = 280/3.5 = 80$  МПа

#### Визначаємо сумарного згинаючого моменту

а) Визначення реакцій опор



$$\sum R_a = -F \cdot a + R_b \cdot 2a = 0, R_b = \frac{F \cdot a}{2a} = \frac{1970,8 \cdot 0,15}{2 \cdot 0,15} = 985,4 \text{ H} \quad (3.19)$$

$$\Sigma Rb = F \cdot a + (-Ra) \cdot 2a = 0, Ra = \frac{F \cdot a}{2a} = \frac{1970,8 \cdot 0,15}{2 \cdot 0,15} = -985,4 \text{ H} \quad (3.14)$$

Перевірка:

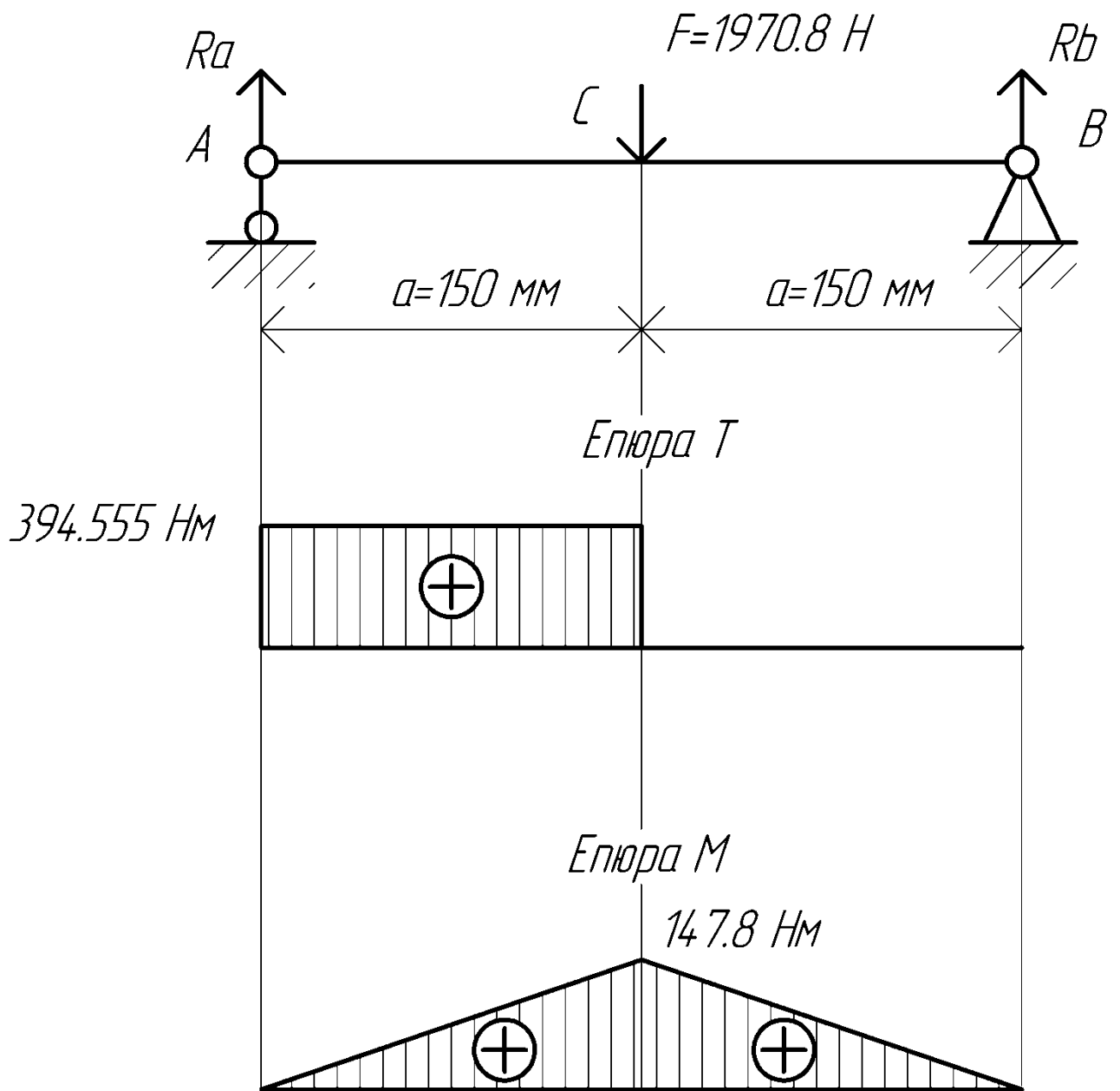
$$Ra - F + Rb = 985,4 - 1970,8 + 985,4 = 0$$

$$Mb = 0$$

$$MF = Rb \cdot a = 985,4 \cdot 0,15 = 147,8 \text{ Нм}$$

$$Ma = Rb \cdot 2a - F \cdot a = 985,4 \cdot (0,15 \cdot 2) - 1970,8 \cdot 0,15 = 0$$

Будуємо епюру крутного моменту



**Визначасмо діаметр вала в небезпечному перерізі.**

Небезпечним перерізом є переріз С, де діє згинаючий момент  $M=147,8$  Нм і крутний момент  $T= 394,555$ Нм

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{M^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{147,8^2 + 0,75 \cdot 394,555^2} = 372,29 \text{ Нм} \quad (3.15)$$

Визначення діаметра вала в небезпечному перерізі

$$d = 10^3 \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\text{екв}}}{\pi \cdot \sigma_p}}, \quad (3.16)$$

$$d = 10^3 \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 372,29}{3,14 \cdot 80}} = 36,2 < 45 \text{ мм}$$

Вибраний вал задовольняє умови

### **Розрахунок вала на витривалість**

Шпонковий паз із розмірами  $b=14$  мм,  $t_1=5,5$  мм.

Границі витривалості матеріалу  $G\text{-зг}=280$  МПа,

$\tau\text{-}1\text{к}=150\dots 200$  МПа,  $\tau\text{-}1\text{к}=185$  МПа.

$d=45$ мм

Границя міцності  $\sigma\text{в}=610\dots 750$  МПа, приймаємо  $\sigma\text{в}= 680$  МПа.

Знаходимо з таблиць  $K\tau= 1,68$ ,  $\epsilon\tau=0,73$ . Коефіцієнт  $\beta$  для  $\sigma\text{в}= 680$  МПа дорівнює  $\beta=0,87$

Визначаємо нормальні і дотичні напруження в перерізі.

Напруження в цьому перерізі дорівнюють

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt(d-t)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 45^3}{16} - \frac{14 \cdot 5,5(45-5,5)^2}{2 \cdot 45} = 16548,4 \text{ мм}^3 \quad (3.17)$$

$$\tau_1 = \frac{T}{W_p} 10^3 = \frac{394,555}{16548,4} 10^3 = 23,84 \text{ МПа} \quad (3.18)$$

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1k}}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau \beta} \tau + \varphi_\tau \cdot \tau_m} = \frac{185}{\frac{1,68}{0,73 \cdot 0,87} \cdot 2,25 + 2,25 \cdot 0,05} = 30,5 \quad (3.19)$$

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

#### 4.1 Загальний огляд

Підвищена продуктивність праці в тваринництві та зниження собівартості продукції можливо, перш за все, при застосуванні на тваринницьких фермах прогресивних методів організації праці і комплексної механізації всіх виробничих процесів.

В економічній частині даного проєкту дається оцінка експлуатації машин для нарізання і навантаження силосних мас.

#### 4.2. Техніко-економічні показники

##### 4.2.1 Капітальні вкладення

Основні капіталовкладення в проєктуванні технологічної лінії водопостачання, яка пов'язана із капітальним переобладнанням усіх технологічних процесів складаються із капіталовкладень на обладнання та витратні матеріали.

Капіталовкладення визначаємо за формулою:

$$K_{\text{пр}} = \text{Соб}, \quad (4.1)$$

де Соб. – балансова вартість агрегату.

*Балансова вартість машин і обладнання:*

$$\text{Соб} = K \cdot \text{Ц}, \quad (4.2)$$

де  $K$  – коефіцієнт, що враховує затрати на транспортування машин і обладнання та їх встановлення,  $K = 1,3$ ;

Ц-прейскурантна вартість машин і обладнання, грн.

Таблиця 4.1. Балансова вартість машин і обладнання

Марка машин	Кількість машин, обладнання, шт., м.	Прейскурантна ціна, грн.	Балансова вартість
Проект агрегат	1	387000	503100
Існуючий агрегат	1	343000	445900
<b>Всього:</b>	-	-	

Балансова вартість агрегату, що проектується рівна:

(4.3)

$$B_{пр} = 503100$$

Капіталовкладення для побудівлі агрегату, що проектується складають:

$$K_{пр} = 503100,00 \text{ грн}$$

*Річну програму машини, що проектується знаходимо за формулою:*

$$P_k = T \cdot Q_r \cdot t, \quad (4.4)$$

де  $T$  – число днів роботи агрегату,  $T = 241$  днів;

$Q_r$  – годинна продуктивність,  $Q_r = 3,5$  т/год;

$t$  – тривалість роботи машини, 3 год.

$$P_k = 241 \cdot 3,5 \cdot 3,0 = 2530,5 \text{ т}$$

*Визначення оплати праці*

Затрати на оплату праці з врахуванням доплати нарахувань визначаємо за формулою:

$$Z_{o.p.} = (T \cdot C \cdot t) \cdot K_0, \quad (4.5)$$

де  $T$  – число робочих днів в рік,  $T = 241$  днів.

$t$  – затрачено часу на добу, люд.год,  $t = 3,0$

$K_0$  – коефіцієнт, що враховує нарахування,  $K_0 = 1,1$ ;

$C$  – ставка працівників,  $C = 28,7$  грн.

Оплата праці складає:

$$З \text{ о.п.} = 241 \cdot 3,0 \cdot 1,1 \cdot 28,7 = 22825 \text{ грн.}$$

*Відрахування на амортизацію машин і обладнання*

Відрахування на амортизацію машин і обладнання складає 14,2% від їх балансової вартості:

$$З \text{ ам.} = C \text{ об.} \cdot 0,142, \quad (4.6)$$

$$З \text{ ам.} = 503100,00 \cdot 0,142 = 71440,2 \text{ грн.};$$

*Затрати на поточний ремонт і ТО машини і обладнання*

Відрахування на поточний ремонт і ТО машин і обладнання складає 18% від їх балансової вартості:

$$З \text{ п.р.об.} = C \text{ об.} \cdot 0,18, \quad (4.7)$$

$$З \text{ п.р.об.} = 503100,00 \cdot 0,18 = 90558 \text{ грн.};$$

*Затрати на електроенергію*

Вартість електроенергії визначаємо по формулі:

$$З \text{ ел.} = 241 \cdot N \cdot t \cdot K_{\text{ел}}, \quad (4.8)$$

де  $N$  – встановлена потужність електродвигуна, кВт.  $N = 15$  кВт;

$t$  – тривалість роботи агрегата, 3 год.

$K_{\text{ел}}$  – вартість одного кВт.год,  $K_{\text{ел}} = 6,5$  грн.

$$З \text{ ел.} = 241 \cdot 15,0 \cdot 3 \cdot 6,5 = 70\,492,5 \text{ грн.}$$

*Експлуатаційні затрати*

Експлуатаційні затрати обчислюємо за формулою:

$$З = (З \text{ оп.} + З \text{ ам.} + З \text{ п.р.об.} + З \text{ ел.}) \cdot 1,05, \quad (4.9)$$

$$З = (22825 + 71440,2 + 90558 + 70\,492,5) \cdot 1,05 = 268\,081,48 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати на подання 1 т силосу

Експлуатаційні витрати на подання 1 т силосу визначаємо за формулою:

$$C = Z / P_k, \quad (4.10)$$

$$C = 268\,081,48 / 2530,5 = 105,9 \text{ грн.}$$

*Питомі капіталовкладення на подання 1 т силосу*

Питомі капіталовкладення на подання 1 т силосу знаходимо за формулою:

$$П = Z + E_k \cdot k, \quad (4.11)$$

де  $E_k$  – нормативний коефіцієнт ефективності,  $E_k = 0,15$ ;

$k$  – капіталовкладення.

$$П = 268\,081,48 + 0,15 \cdot 503100 = 343546,48 \text{ грн.}$$

*Приведені затрати на одиницю продукції*

Приведені затрати на одиницю продукції визначаємо за формулою:

$$П^1 = П / P_k, \quad (4.12)$$

$$П^1 = 343546,48 / 2530,5 = 135,8 \text{ грн/т.}$$

*Затрати праці на подання 1 т силосу*

Затрати праці на подання 1 т силосу визначаємо за формулою:

$$C_{\text{пр}} = 241 \cdot t \cdot m_1 / P_k, \quad (4.13)$$

$$C = 241 \cdot 3 \cdot 1 / 2530,5 = 0,285 \text{ люд.год/ т.}$$

*Річний економічний ефект*

Металоемкість

$$M_m = G / P_k, \quad (4.14)$$

де G – загальна вага обладнання

$$M_m = 2300 / 2530,5 = 0,91 \text{ кг/ т;}$$

Таблиця 5.2. Економічна ефективність проекту

<b>Назва показників</b>	<b>Значення показників</b>
Об'єм навантаження силоса, т.	2530,5
Капіталовкладення:	
- основні, грн.	387000
- питомі, грн.	503100
Затрати на 1 т силосу:	
- праці, люд/год. т.	0,285
- експлуатаційні, грн./т.	105,9
- приведені, грн./т.	135,8
Металоемність, кг/т.	0,91
Енергоемність, кВт.год/т.	0,29
Річний економічний ефект, грн.	123 994,5
Термін окупності капіталовкладень, років	4,0

Аналізуючи дану таблицю можна відмітити, що запропонована технологія забирання силосу вимагає вкладання 503100 грн. Вкладенні кошти

окупляться за 4 рік, при цьому зменшується витрата праці на процес забирання силосу. В запропонованій технології затрати праці припадають лише на проведення технічних обслуговувань агрегату.

## **РОЗДІЛ 5**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

Однією із найважливіших умов праці є її безпека і досягнення безпеки праці – задача всіх керівників. Власники підприємств, спеціалісти, інші посадові особи повинні бути підготовленими з питань управління охороною праці, вміти проводити аналіз стану умов праці в галузі (на підприємстві), обґрунтовувати заходи щодо їх поліпшення, знати правила безпеки при проведенні робіт відповідно технології виробничого процесу, забезпечувати електробезпеку і пожежну безпеку. Забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці є важливим фактором існування підприємства в умовах ринкової економіки.

#### **5.1. Безпека праці при виконанні технологічних процесів у тваринництві**

##### **5.1.1. Виробничі небезпеки і травматизм у тваринництві**

Кожне тваринницьке підприємство необхідно розглядати як складну біоекологічну систему, яка містить чотири елементи: людину, машину, тварину і виробниче середовище. Між елементами цієї системи діють відповідні взаємозв'язки. При відмові хоч би одного взаємозв'язку починають формуватися небезпечні ситуації, які призводять до нещасних випадків.

Перелік основних робіт, при яких можуть виникати небезпечні ситуації:

- безпосередньо обслуговування тварин (ВРХ, свині, коні, вівці, звірі), перегін, транспортування тварин, проведення ветеринарно-санітарних заходів;
- заготівля кормів, використання хімічних консервантів;
- обслуговування транспорту та транспортерів;
- експлуатація кормоприготувальних машин та силосних навантажувачів;
- експлуатація доїльних установок і обладнання молочних ферм та інше.

У тваринництві основні аварійні ситуації та нещасні випадки – це результат порушення правил безпеки при відсутності огорожень карданних і

ланцюгових передач; знаходження працівників у зоні маневрування мобільних машин, транспортерів; падіння з висоти та інше.

До основних професій у тваринництві, на долю яких припадає до 80% травм, які трапляються щорічно, належать: скотарі, оператори машинного доїння, слюсарі по обслуговуванню машин і механізмів на фермах.

#### 5.1.2. Вимоги безпеки до виробничих процесів, виробничого обладнання, машин і механізмів

Машини, механізми і обладнання необхідно розміщувати відповідно до проекту, суворо забезпечувати при цьому передбачену ширину транспортних проїздів і технологічних проходів; машини необхідно встановлювати на міцні фундаменти, та закріплювати. Після установки необхідно перевірити технічний стан кожної машини, усунути виявлені несправності, випробувати спочатку їх роботу на холостому ходу, а потім під навантаженням. При обслуговуванні машин і обладнання одночасно декількома особами призначається старший, який несе відповідальність за їх безпеку.

У місцях установки машин, механізмів і обладнання повинні бути вивішені правила безпеки праці (інструкції з охорони праці), особистої гігієни і надання першої долікарняної допомоги потерпілим.

При організації і виконанні технологічних процесів необхідно передбачати:

- усунення безпосереднього контакту працівників з початковим матеріалом і відходами виробництва, які можуть спричиняти небезпечну та шкідливу дію;

- комплексну автоматизацію і механізацію при наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів;

- систему контролю й управління технологічним процесом, яка забезпечує захист працівників і аварійне відключення виробничого обладнання;

- своєчасне видалення і знешкодження відходів виробництва, які є джерелом небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Рухомі частини обладнання і ті що обертаються, якщо вони являються джерелом небезпеки, повинні бути огорожені, або встановлені інші засоби захисту, якщо вони не можуть бути огорожені внаслідок їх функціонального призначення.

Особливо важливе значення в забезпеченні безпеки має міцність конструктивних елементів. Щоб запобігти можливому перевантаженню окремих деталей, потенційно небезпечні блоки забезпечують запобіжними пристроями, які спрацьовують при виході параметрів, що контролюються (зусилля, крутного моменту, температури, тиску тощо) за допустимі межі.

## **5.2 Безпека праці при роботі на силосних навантажниках**

При експлуатації самохідної фрези для нарізання та навантаження силосу необхідно бути особливо уважними і суворо дотримуватись встановлених правил безпеки праці.

До роботи на цих машинах допускаються особи, знайомі з їх будовою, правилами експлуатації й безпеки. Не можна допускати до роботи на машинах неповнолітніх, а також присутності сторонніх осіб поблизу машин, що працюють. На машинах не дозволяється працювати в широкому одязі з довгими полами, широкими рукавами, у фартухах. Жінки, які працюють на машинах, повинні прибирати волосся під головний убір, а хустку пов'язувати так, щоб у неї не було вільно звисаючих кінців спереду.

Перед вмиканням двигуна машину старанно оглядають. Перевіряють її справність, міцність кріплень, ланцюгових і ремінних передач, щоб не було в кожухах сторонніх предметів.

При подачі силосних мас стежать, щоб разом з ними не потрапили тверді предмети.

Транспортери очищають від кормів, які в них набилися, тільки при зупиненій машині, виключивши можливість її самовільного пуску.

Закріплювати і регулювати сегментні ножі у ріжучому барабані потрібно тільки при фіксації робочого органу металевим стрижнем. Для виключення можливості випадкового пуску машини, крім зупинки двигуна, слід вимкнути рубільник і на нього повісити табличку з написом «Не вмикати! Техогляд».

Пуск транспортера здійснюють тільки після подачі умовного сигналу.

## ВИСНОВКИ

1. Машини і знаряддя, що мають найбільш динамічний розвиток елементів процесу виробництва на основі використання в їх конструкціях нових винаходів і відкриттів, впливають на вдосконалення технологій, спрощують їх, зменшують витрати ресурсів на їх виконання, впливають на використання генетичного потенціалу тварин.

2. Встановлено, що вплив на ефективність виробництва, отримання високоякісної конкурентоспроможної тваринницької продукції мають засоби механізації і автоматизації, які мають продуктивність наближену до умов господарства, а саме 3,89 т/год.

3. Використання навантажувачів силосу, призначених для навантаження з полімерних рукавів, гарантує мінімум втрат енергії і забезпечує завантаження змішувачів нарізаним кормом за 0,667 год.

4. Внаслідок застосування навантажувача відбувається мінімальне контактування корму з киснем, не порушується цілісність спресованого корму, під час навантаження корм розпушується, що дозволяє кормозмішувачу ефективно його перемішати, із продуктивністю кормороздавача до 40 тонн на год), завдяки скребковому транспортеру забезпечується точність виймання корму (+/- 10 кг).

5. Запропонована технологія забирання силосу з рукавів вимагає вкладання 503100 грн. Вкладенні кошти окупляться за 4 рік, при цьому зменшується витрата праці на процес забирання силосу.

6. Переваги використання самохідного завантажувача на електротязі для навантаження силосних мас суттєве зменшення витрат на 14,3% при годівлі корів; покращують показники продуктивності на 10,3%. В результаті знижується собівартість молока та піднімається рентабельність тваринницького напрямку підприємства на 14,58%, що робить цей напрямок биль цікавим для подальших інвестицій і розвитку в господарстві.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Машинаи та обладнання для тваринництва за редакцією І.Г. Бойка. – Харків – 2006. – 279 с.
2. Механізація і автоматизація тваринництва / І.І.Ревенко, А.І.Окоча, Є.Л.Жулай; За ред. І.І.Ревенка. – К.: Вища освіта, 2004. – 399 с.
3. Механізація тваринницьких ферм / Б.П.Шабельник, М.М.Троянов, І.Г.Бойко; За ред. М.М.Троянова, - Харків, 2002. – 208 с.
4. Механізація тваринництва / І.І.Ревенко, Є.М.Мозоленко, М.М.Чос. – К.: Вища освіта, 2004. – 319 с.
5. Теорія та розрахунок машин для тваринництва / Б.П.Шабельник, М.М.Троянов, І.Г.Бойко; За ред. І.Г.Бойка, - Харків, 2002. – 216 с.
6. Посібник майстра-наладчика обладнання тваринницьких ферм і комплексів. – К.:Урожай, 1992. – 261 с.
7. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва / І.Г.Бойко, В.І.Гридасов, А.І.Дзюба; За ред. О.П.Скорика, О.І.Фісяченка. – Харків, 2004. – 272 с.
8. Куров Ю.А., Серий Г.П. Механізація приготування кормів для птиці. – К.: Урожай, 1970. –177 с.
9. Курсове та дипломне проектування по механізації тваринницьких ферм / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. О.В. Нанки. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2003. – 356 с.
10. Механізація виробництва продукції тваринництва за редакцією Ревенка І.І.– К.: Урожай, 1994. – 264 с.
11. Науменко О.А., Поліський А.Я., Сідашенко О.І. Технічний сервіс (термінологія) .–Харків.: ХДТУСГ, 1998.–145 с.
12. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. О.П. Скорик, О.І. Фісячекнко. – Х.: НМЦ 275 ХНТУСГ, 2004. – 275 с.

13. Теорія та розрахунок машин для тваринництва / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. І.Г. Бойко. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2002. – 216 с.
14. Троянов М.М. Механізація технологічних процесів у тваринництві. – Харків.: Прапор, 1993.–140 с.
15. Gaworski M., Leola A., Sada O., Kic P., & Priekulis J. Effect of cow traffic system and herd size on cow performance and automatic milking systems capacity. *Agronomy Research*, 2016. 14(1), 33-40.
16. Grinchenko V.A., Nikitenko G.V., Lysakov A.A., Konoplev E.V., Duration of change of pressure in interwall camera of milking cup. *Engineering for Rural Development, Latvia University of Agriculture*, 2016. 819-823 pp.
17. Hanus O., Vegricht J., Frelich J., Macek A. Analysis of raw cow milk quality according to free fatty acid contents in the Czech Republic. *Czech Journal Animal Science*. 2008. Vol. 53. P. 17 – 26.
18. Hrushetsky S. M., Yaropud V. M., Duganets V. I., Duganets V. I., Pryshliak V. M., Kurylo V.L. Research of constructive and regulatory parameters of the assembly working organs for the potato's harvesting machines. Journal title : «INMATEHA gricultural Engineering» Bucharest, 6 Ion Ionescu de la Brad Blvd, Sector 1, ROMANIA, Vol 59, № 3 / December / 2019. S 101-110.
19. ISO 3918. Milking machine installations – Vocabulary. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. 42 p.
20. ISO 5707. Milking machine installations – Construction and performance. Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. 52 p.
21. Jacobs J. A., & Siegford J. M. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 2012. 95(5). URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030212001920>
22. Kammann E., French E.A., Jozik N.S., Li W., & [author names continue]. Effects of early lactation milking frequency in an automated milking system on cow performance. *Animals*, 2024. 14(16), 2293. URL:

<https://www.researchgate.net/publication/382951455> Effects of Early Lactation Milking Frequency in an Automated Milking System on Cow Performance

23. Komar A. S. Fertilization of poultry manure by granulation. Abstracts of the 5th International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production». 2019. Pp. 18–20.

24. Komar A. S. Fertilization of poultry manure by granulation. Abstracts of the 5th International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production». 2019. Pp. 18–20

# ДОДАТКИ