

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра агроінженерії

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**  
**У ТВАРИННИЦТВІ**

методичні рекомендації  
для виконання самостійної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня  
вищої освіти ОПП «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної  
та заочної форм здобуття вищої освіти

**Миколаїв**  
**2026**

УДК 658.5:631.3:636

П84

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від «19» лютого 2026 р., протокол № 5.

#### **Укладачі:**

О. А. Горбенко – канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії. Миколаївський національний аграрний університет.

М. С. Храмов – асистент кафедри агроінженерії. Миколаївський національний аграрний університет.

#### **Рецензенти:**

А. А. Карпеченко – канд. техн. наук, доцент кафедри матеріалознавства і технології металів. Національний університет кораблебудування ім. С.О. Макарова.

О. О. Лимар – канд. фіз-мат. наук, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу.. Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний  
університет, 2026

## Зміст

<b>Тема 1. Основи виробничого використання машин і обладнання в тваринництві.....</b>	<b>4</b>
<b>Тема 2. Комплексна механізація свиноферм.....</b>	<b>11</b>
<b>Тема 3. Комплексна механізація ферм ВРХ (великої рогатої худоби).....</b>	<b>17</b>
<b>Тема 4. Технологія кормоприготування.....</b>	<b>24</b>
<b>Тема 5. Технологія роздавання кормів.....</b>	<b>38</b>
<b>Тема 6. Будова та експлуатація доїльних установок.....</b>	<b>45</b>
<b>Перелік використаних джерел.....</b>	<b>57</b>

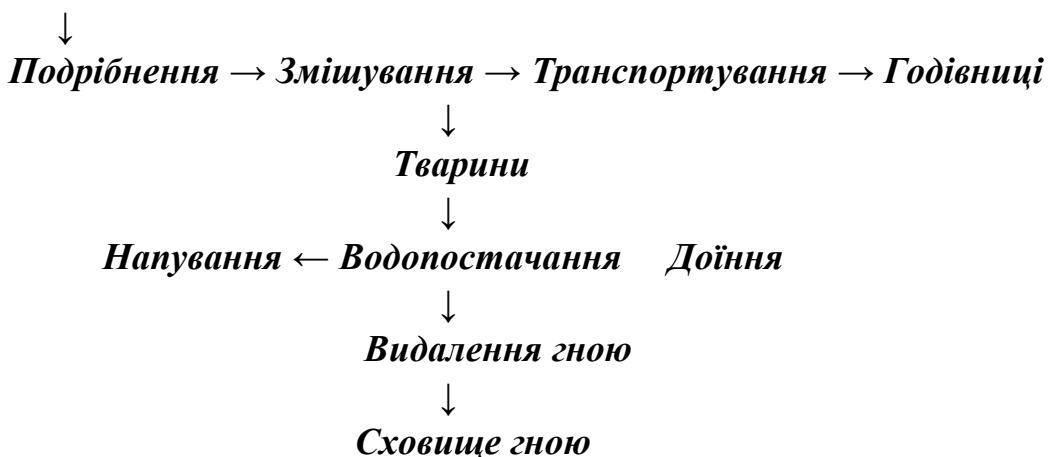
**Змістовий модуль 1.**  
**Комплексна механізація тваринницьких ферм та комплексів**

**Тема 1. Основи виробничого використання машин і обладнання в тваринництві**

Виробниче використання машин і обладнання в тваринництві є невід’ємною складовою сучасних технологій ведення господарства. Механізація та автоматизація основних процесів дозволяють не лише зменшити фізичну працю людини, а й забезпечити стабільність технологічних операцій, дотримання санітарно-гігієнічних норм, підвищення продуктивності тварин і якості продукції.

**Схема механізації тваринницької ферми**

**Склад кормів**



У тваринництві щодня виконуються однотипні, трудомісткі процеси: приготування і роздавання кормів, напування тварин, прибирання гною, доїння, підтримання мікроклімату в приміщеннях. Без застосування машин ці процеси потребували б значних витрат часу і праці. Саме тому на фермах застосовують комплекс взаємопов’язаних машин, які працюють як єдина технологічна лінія.

*Таблиця 1.1*

**Основні процеси, які механізуються в тваринництві**

<b>Виробничий процес</b>	<b>Що виконується</b>	<b>Яке обладнання використовується</b>
<b>Приготування кормів</b>	Подрібнення, змішування, дозування	Дробарки, змішувачі, кормороздавачі
<b>Роздавання кормів</b>	Доставка корму до годівниць	Кормороздавачі, транспортери
<b>Напування тварин</b>	Подача чистої води	Автопоїлки, водопровідні системи
<b>Прибирання гною</b>	Очищення приміщень	Скребокві транспортери, гноеприбиральні установки

продовження табл. 1.1

<b>Доїння корів</b>	Отримання молока	Доїльні апарати, доїльні зали
<b>Вентиляція та мікроклімат</b>	Підтримка температури, вологості, повітря	Вентилятори, калорифери, автоматика
<b>Освітлення</b>	Регулювання світлового режиму	Лампи, автоматичні системи освітлення

### Механізація годівлі тварин

Годівля один з найважливіших процесів у тваринництві. Від якості підготовки кормів залежить здоров'я та продуктивність тварин. Машина для приготування кормів виконують подрібнення зерна, змішування різних компонентів, дозування та транспортування до годівниць.

Таблиця 1.2

### Технологічні операції механізації годівлі кормів

Операція	Машина та обладнання	Значення для виробництва
Подрібнення кормів	Дробарки	Краще засвоєння корму тваринами
Змішування	Кормозмішувачі	Рівномірність раціону
Транспортування	Шнеки, транспортери	Швидка подача до місця годівлі
Роздавання	Кормороздавачі	Точність і економія кормів

### Механізація напування тварин

Безперервне забезпечення тварин чистою водою є обов'язковою умовою їх продуктивності. На фермах застосовують індивідуальні та групові автонапувалки, підключені до водопровідної мережі.

Вимоги до системи напування:

постійна наявність води;

автоматичне підтримання рівня;

легкість очищення і дезінфекції;

запобігання протіканню та зволоженню підлоги.

Таблиця 1.3

### Класифікація автонапувалок

Тип обладнання	Призначення	Переваги
Автопоїлки чашкові	Індивідуальне напування	Економія води
Ніпельні напувалки	Для свиней, птиці	Гігієнічність
Групові поїлки	Для ВРХ	Простота обслуговування

### **Механізація доїння корів**

Доїння найвідповідальніший процес у молочному скотарстві. Застосування доїльних апаратів і доїльних залів забезпечує стабільність режиму, гігієну та високу якість молока.

Основні вимоги:

- стабільний вакуум;
- герметичність молокопроводу;
- регулярне миття і дезінфекція;
- чітке дотримання графіка доїння.

*Таблиця 1.4*

#### **Функціональне призначення доїльного обладнання**

<b>Обладнання</b>	<b>Функція</b>	<b>Виробниче значення</b>
Доїльні апарати	Відсмоктування молока	Зменшення ручної праці
Молокопровід	Транспортування молока	Гігієнічність
Охолоджувачі молока	Зниження температури	Збереження якості

### **Механізація прибирання гною**

Своєчасне видалення гною підтримує санітарний стан, знижує вологість і концентрацію шкідливих газів.

*Таблиця 1.5*

#### **Типи систем видалення гною**

<b>Тип системи</b>	<b>Де застосовується</b>	<b>Особливості</b>
Скребкові транспортери	ВРХ, свинарники	Безперервне очищення проходів
Шнекові системи	Закриті канали	Надійність
Гідрозмив	Великі комплекси	Висока продуктивність

### **Механізація мікроклімату та освітлення**

Підтримання оптимальної температури, вологості та чистоти повітря є необхідним для здоров'я тварин.

*Таблиця 1.6*

#### **Рекомендовані показники мікроклімату для утримання ВРХ**

<b>Параметр</b>	<b>Норма для ВРХ</b>	<b>Обладнання</b>
Температура	+8...+16 °С	Вентилятори, калорифери
Вологість	60-75 %	Вентиляційні системи
Освітленість	50-75 лк	Лампи, автоматика

Автоматичні системи керування дозволяють зменшити енерговитрати та підтримувати стабільні умови.

### **Показники ефективного використання машин**

Ефективність використання машин і обладнання у тваринництві оцінюють системою технічних, часових, енергетичних та економічних показників, які

відображають, наскільки раціонально задіяні технічні засоби в реальному технологічному процесі ферми.

Таблиця 1.7

### Основні показники ефективного використання машин

Показник	Сутність	Значення
Продуктивність	Обсяг роботи за годину	Оцінка можливостей техніки
Коефіцієнт використання часу	Частка робочого часу	Раціональність організації
Технічна готовність	Справність обладнання	Надійність процесу
Енергоємність	Витрати енергії	Економічність

### Показники використання часу роботи машин

Ці показники характеризують ступінь завантаження обладнання протягом зміни, доби, року.

Таблиця 1.8

### Основні показники часу роботи машин

Показник	Формула	Що характеризує
Коефіцієнт використання змінного часу	$K_{\text{ч}} = t_{\text{зм}} / t_{\text{роб}}$	Частку часу фактичної роботи в зміну
Коефіцієнт технічної готовності	$K_{\text{те}} = t_{\text{кал}} / t_{\text{спр}}$	Частку часу у справному стані
Коефіцієнт простоїв	$K_{\text{пр}} = t_{\text{зм}} / t_{\text{пр}}$	Втрати часу через несправності

де:

$t_{\text{роб}}$  – фактичний час роботи;

$t_{\text{зм}}$  – тривалість зміни;

$t_{\text{спр}}$  – час справного стану;

$t_{\text{кал}}$  – календарний час;

$t_{\text{пр}}$  – час простоїв.

### Показники продуктивності машин

Відображають обсяг виконаної роботи за одиницю часу.

Таблиця 1.9

### Показники продуктивності машин

Показник	Формула	Приклад для тваринництва
Годинна продуктивність	$Q = V / t$	кг корму/год, л молока/год
Змінна продуктивність	$Q_{\text{зм}} = Q \times t_{\text{роб}}$	Обсяг за зміну
Річна продуктивність	$Q_{\text{р}} = Q_{\text{зм}} \times D$	Обсяг за рік

де  $V$  – обсяг роботи,  $t$  – час,  $D$  – кількість робочих днів.

### Показники використання потужності

Характеризують, наскільки повно використовується встановлена потужність обладнання.

Таблиця 1.10

#### Показники використання потужності обладнання

Показник	Формула	Значення
Коефіцієнт використання потужності	$K_n = N_n / N_\phi$	Відповідність фактичного навантаження номіналу

де  $N_\phi$  – фактична потужність,  $N_n$  – номінальна.

### Енергетичні показники

Визначають економічність роботи машин.

Таблиця 1.11

#### Показники економічності машин

Показник	Одиниці	Що показує
Енергоємність	кВт·год/кг, кВт·год/л	Витрати енергії на одиницю продукції
Питоме енергоспоживання	кВт·год/гол	Енерговитрати на одну тварину

### Економічні показники

Показують доцільність використання обладнання.

Таблиця 1.12

#### Економічні показники використання машин

Показник	Сутність
Собівартість виконаної роботи	Витрати на 1 кг корму, 1 л молока тощо
Трудомісткість	Люд.-год на 1 голову
Окупність обладнання	Строк повернення витрат

### Показники надійності

Характеризують безвідмовність роботи.

Таблиця 1.13

#### Показники безвідмовності роботи машин та обладнання

Показник	Сутність
Напрацювання на відмову	Час без поломок
Середній час ремонту	Швидкість відновлення
Кількість відмов за період	Стабільність роботи

**Технічне обслуговування обладнання**  
Регулярне технічне обслуговування запорука довговічності та безперебійної роботи.

Види ТО:

щоденне очищення, огляд;  
періодичне змащування, регулювання;  
сезонне повна перевірка;  
ремонт відновлення вузлів.

### **Вимоги безпеки праці**

наявність захисних кожухів;  
заземлення електрообладнання;  
аварійні вимикачі;  
зручність миття та дезінфекції.

### **Запитання до самостійного виконання:**

1. У чому полягає значення механізації та автоматизації виробничих процесів у тваринництві?
2. Які основні технологічні процеси на тваринницькій фермі підлягають механізації?
3. Як взаємопов'язані машини та обладнання утворюють єдину технологічну лінію ферми?
4. Які операції виконують машини в процесі приготування та роздавання кормів?
5. Чому подрібнення і змішування кормів підвищує їх засвоюваність тваринами?
6. Які вимоги висуваються до систем механізованого напування тварин?
7. У чому відмінність чашкових, ніпельних і групових автонапувалок та де вони застосовуються?
8. Які основні вимоги ставляться до доїльного обладнання для забезпечення якості молока?
9. Які функції виконують доїльні апарати, молокопроводи та охолоджувачі молока?
10. Які системи механізованого видалення гною застосовуються на фермах та в чому їх особливості?
11. Які параметри мікроклімату є оптимальними для утримання ВРХ і яким обладнанням вони забезпечуються?
12. Які технічні та часові показники характеризують ефективність використання машин?
13. Як визначають коефіцієнти використання часу, технічної готовності та простоїв обладнання?
14. Які показники характеризують продуктивність, енергоємність та використання потужності машин?

15. Які економічні та енергетичні показники враховують при оцінці доцільності використання обладнання?

16. Яке значення має технічне обслуговування та дотримання вимог безпеки праці під час експлуатації машин у тваринництві?

## *Тема 2. Комплексна механізація свиноферм*

**Комплексна механізація свиноферм** – це цілісна система взаємопов'язаних машин, обладнання та автоматизованих засобів керування, яка забезпечує виконання всіх технологічних процесів утримання свиней із мінімальним залученням ручної праці. Вона охоплює механізацію годівлі, напування, гноєвидалення, підтримання мікроклімату, транспортування кормів, ветеринарно-санітарне обслуговування та облік виробничих показників. Метою комплексної механізації є підвищення продуктивності праці, раціональне використання кормів і енергоресурсів, створення оптимальних умов утримання тварин і зниження собівартості свинини.

Технологічна структура свиноферми передбачає наявність репродукторного відділення для свиноматок, опоросного відділення, приміщень для дорощування поросят і відгодівлі, кормоцеху, системи гноєвидалення та складських приміщень. Усі ці зони об'єднані єдиною технологічною схемою, у якій машини й обладнання працюють узгоджено, забезпечуючи безперервність виробничого процесу.

Механізація годівлі є однією з ключових ланок. На сучасних фермах застосовують системи сухої, рідкої або комбінованої годівлі з централізованим зберіганням кормів у бункерах і транспортуванням їх шнековими або ланцюговими транспортерами до дозаторів і годівниць. Такі системи широко реалізуються виробниками обладнання для тваринництва, зокрема Big Dutchman, WEDA Dammann & Westerkamp та Skiold. Шнекові транспортери забезпечують продуктивність у межах 1,5-8 т/год за довжини лінії до 60 м і потужності приводу 1,1-5,5 кВт, що дозволяє оперативно роздавати корми з високою точністю дозування.

Механізація напування базується на використанні автоматичних ніпельних або чашкових напувалок, підключених до магістрального водопроводу через систему фільтрації та редукції тиску. Така організація забезпечує постійний доступ тварин до чистої води. Добова потреба у воді становить: для поросят 1-3 л, на дорощуванні 3-6 л, на відгодівлі 6-10 л, для свиноматок 15-25 л.

Важливою складовою є механізація гноєвидалення. На свинофермах застосовують щілинні підлоги з гнойовими каналами, скребкові транспортери, системи гідрозмиву або вакуумне видалення гною. Найбільш поширеною є схема, за якої гній через щілинну підлогу потрапляє в канал, звідки скребковим транспортером транспортується до гноєсховища. Це значно покращує санітарний стан приміщень і зменшує витрати ручної праці.

Підтримання оптимального мікроклімату досягається застосуванням припливно-витяжної вентиляції, калориферів, датчиків температури й вологості та автоматичних систем керування, які пропонують спеціалізовані компанії, зокрема Fansom і SKOV. Для різних вікових груп тварин встановлюють відповідні параметри: для поросят температура 26-30 °С, для дорощування 20-24 °С, для відгодівлі 16-20 °С при відносній вологості 60-75 %.

Сучасна комплексна механізація неможлива без автоматизації та цифрового контролю. На свинокомплексах використовують електронні станції

індивідуальної годівлі, системи RFID-ідентифікації тварин, автоматизований облік приростів живої маси та програмне керування мікрокліматом, що дозволяє оперативно коригувати технологічні режими та підвищувати ефективність виробництва.

Узгоджена робота кормоцеху, систем транспортування кормів, годівлі, напування, утримання, гноєвидалення та вентиляції формує єдину технологічну схему свиноферми. Впровадження комплексної механізації забезпечує зменшення витрат праці на 35-50 %, зниження витрат кормів на 8-12 %, підвищення середньодобових приростів на 10-15 % і скорочення собівартості продукції на 12-20 %.

Отже, комплексна механізація свиноферм є основою індустриального свинарства, оскільки створює стабільні технологічні умови, підвищує біологічну продуктивність тварин, покращує санітарно-гігієнічний стан приміщень і забезпечує економічну доцільність виробництва свинини в сучасних умовах.

### **Механізація годівлі**

Система годівлі включає зберігання корму в бункерах, транспортування шнековими/ланцюговими транспортерами, дозування та подачу в годівниці. Застосовують суху, рідку або комбіновану годівлю. Промислові рішення широко представлені виробниками Big Dutchman, WEDA Dammann & Westerkamp, Skiold.

Схема сухої годівлі:

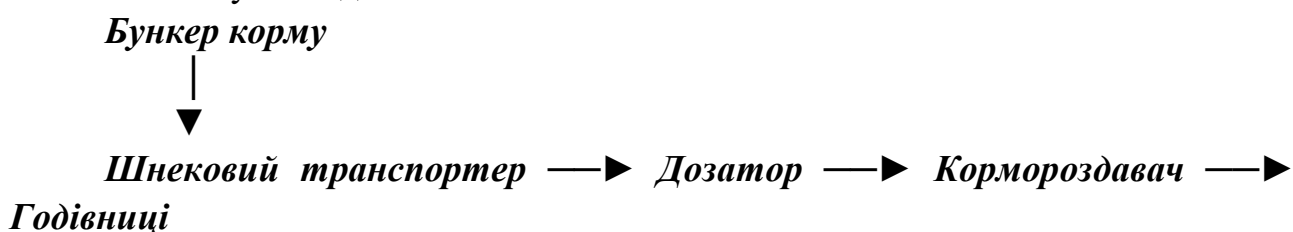


Рис. 2.1. Механізація годівлі

Корм із бункера безперервно подається транспортером до дозаторів, де порціонується відповідно до вікової групи, після чого надходить у годівниці. Це забезпечує точність нормування та рівномірність годівлі.

Таблиця 2.1

#### **Типові параметри шнекової подачі корму**

<b>Показник</b>	<b>Значення</b>
Продуктивність	1,5–8 т/год
Діаметр шнека	100–250 мм
Довжина лінії	до 60 м
Потужність приводу	1,1–5,5 кВт
Похибка дозування	±3–5 %

### Механізація напування

Автоматичні ніпельні або чашкові напувалки під'єднані до магістралі через фільтр і редуктор тиску.

Схема напування

*Водопровід → Фільтр → Редуктор тиску → Магістраль → Ніпельні напувалки*

Рис. 2.2. Схема механізованого напування

Тварини мають постійний доступ до чистої води, тиск стабілізований, що зменшує втрати води та зволоження підлоги.

Таблиця 2.2

### Добова потреба у воді

Група тварин	Витрата, л/добу
Поросята	1–3
Дорощування	3–6
Відгодівля	6–10
Свиноматки	15–25

### Механізація гноєвидалення

Найпоширеніша схема – щілинна підлога, під якою розміщено гнойові канали та скребковий транспортер.

*Тварини*



*Щілинна підлога*



*Гнойовий канал —> Скребковий транспортер —> Гноєсховище*

Рис. 2.3. Схема гноєвидалення

Гній самопливом потрапляє в канал, звідки механізовано транспортується у сховище. Це покращує санітарний стан і знижує трудомісткість.

Таблиця 2.3

### Порівняння способів

Спосіб	Переваги	Недоліки
Скребковий	Надійність, простота	Потребує ТО
Гідрозмив	Висока автоматизація	Велика витрата води
Щілинна підлога	Мінімум ручної праці	Вища вартість монтажу

### Механізація мікроклімату

Параметри мікроклімату підтримуються припливно-витяжною вентиляцією, калориферами та автоматикою. Типові рішення пропонують Fancor і SKOV.

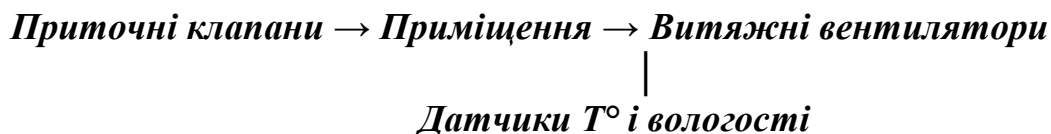


Рис. 2.4. Схема вентиляції

Автоматика змінює інтенсивність повітрообміну та підігрів залежно від показників датчиків і віку тварин.

Таблиця 2.4

### Нормативи мікроклімату

Група	Температура, °C	Вологість, %
Поросята	26-30	60-70
Дорощування	20-24	60-75
Відгодівля	16-20	60-75

### Транспортування кормів і робота кормоцеху

Кормоцех виконує приймання, подрібнення, змішування та завантаження кормів у бункери.



Рис. 2.5. Схема кормоцеху

Забезпечується однорідність комбікорму та безперервне постачання у систему годівлі.

Таблиця 2.5

### Обладнання кормоцеху

Машина	Призначення	Продуктивність
Дробарка	Подрібнення зерна	2-6 т/год
Змішувач	Приготування комбікорму	1-3 т/цикл
Норія	Вертикальне транспортування	до 20 т/год

### Автоматизація та облік

Використовуються RFID-мітки, електронні станції годівлі, датчики мікроклімату та програмне керування.

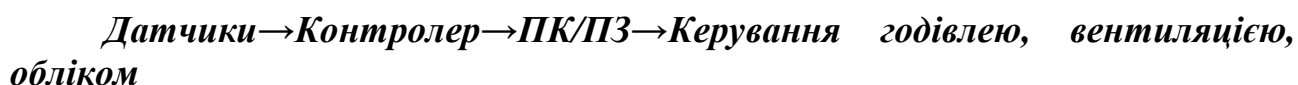


Рис. 2.6. Схема цифрового контролю

Система в реальному часі відстежує споживання корму, прирости маси, параметри повітря та коригує режими роботи.

Таблиця 2.6

### Ефект автоматизації

Показник	Покращення
Витрати праці	-35...50 %
Витрати кормів	-8...12 %
Середньодобовий приріст	+10...15 %
Собівартість	-12...20 %

### Узагальнена технологічна схема свиноферми

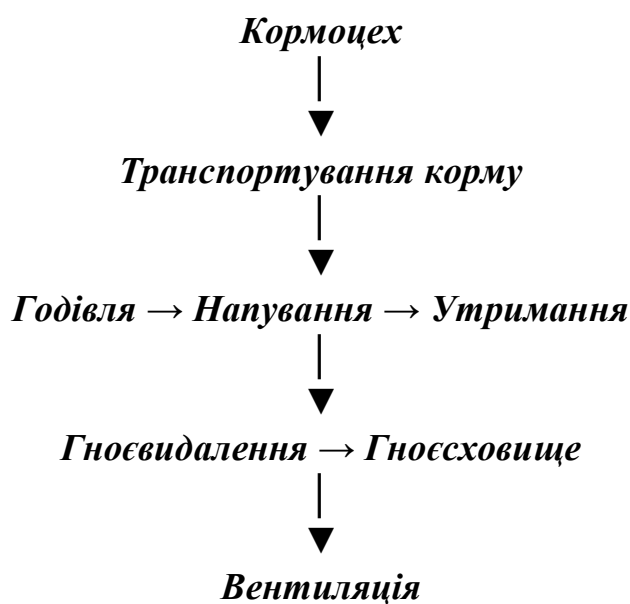


Рис. 2.7. Технологічна схема свиноферми

Усі підсистеми пов'язані в єдиний цикл, що забезпечує безперервність технології та стабільні умови утримання.

Комплексна механізація свиноферми – це інтегрована система машин і автоматики, яка забезпечує точну годівлю, безперебійне напування, ефективне гноєвидалення, нормативний мікроклімат, безперервну роботу кормоцеху та цифровий контроль. Узгодженість цих елементів підвищує продуктивність, покращує санітарний стан приміщень і суттєво знижує собівартість виробництва свинини.

### Запитання до самостійного виконання:

1. У чому полягає сутність комплексної механізації свиноферм та її основна мета?
2. Які функціональні зони входять до технологічної структури сучасної свиноферми?
3. Як формується єдина технологічна схема взаємодії обладнання на свинофермі?

4. Які типи систем годівлі застосовують у свинарстві (суха, рідка, комбінована) та в чому їх особливості?
5. Які переваги дає використання шнекових і ланцюгових транспортерів у системах подачі кормів?
6. Які технічні параметри характеризують ефективність шнекової подачі корму?
7. Які вимоги висуваються до систем механізованого напування свиней та як забезпечується стабільний тиск води?
8. Яка добова потреба у воді для різних вікових груп свиней і як це враховується в проєктуванні системи напування?
9. Які способи механізованого гноєвидалення застосовують на свинофермах та які їх переваги і недоліки?
10. У чому полягає роль щільної підлоги в організації гноєвидалення?
11. Які параметри мікроклімату необхідно підтримувати для різних вікових груп свиней?
12. Яким обладнанням забезпечується автоматичне регулювання мікроклімату в приміщеннях?
13. Які операції виконує кормоцех у системі комплексної механізації свиноферми?
14. Яку роль відіграють системи автоматизації та RFID-ідентифікації в управлінні виробничими процесами?
15. Які показники ефективності (праця, корми, прирости, собівартість) покращуються завдяки комплексній механізації?
16. Чому узгоджена робота всіх підсистем (годівля, напування, гноєвидалення, вентиляція, кормоцех) є вирішальною для ефективності свиноферми?

### **Тема 3. Комплексна механізація ферм ВРХ (великої рогатої худоби)**

**Комплексна механізація** – це узгоджене застосування машин, обладнання та автоматизованих ліній, що охоплюють усі виробничі процеси на фермі ВРХ: від заготівлі та роздавання кормів до доїння, видалення гною, мікроклімату, водопостачання і первинної обробки молока. Мета – підвищення продуктивності праці, якості продукції, біобезпеки та енергоефективності.

#### **Функціональна схема механізації ферми ВРХ**

Функціональна схема відображає логічно пов'язані потоки (кормовий, тваринний, молочний, гнойовий, водний і повітряний) та машинно-обладнані підсистеми, що забезпечують безперервний технологічний цикл на молочно-товарній фермі.

Узагальнена функціональна схема показує, як шість основних потоків на фермі ВРХ взаємодіють між собою в єдиному технологічному циклі: кормовий, тваринний, молочний, гнойовий, водний і повітряний. Кожен потік має власне обладнання, але працює узгоджено в часі й просторі.

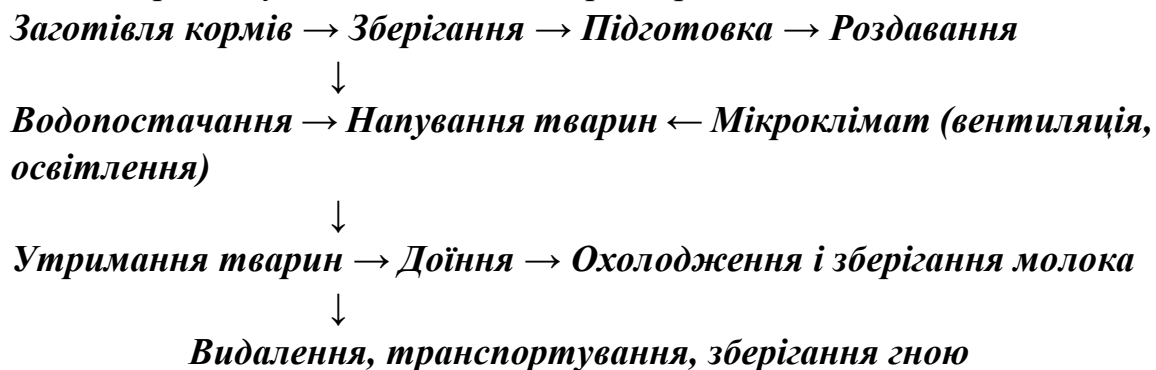


Рис. 3.1. Функціональна схема механізації ферми ВРХ

#### **Схема потоків на молочно-товарній фермі**

Схема потоків на молочно-товарній фермі – це опис напрямків руху матеріалів, тварин, продукту та середовища, які утворюють єдиний технологічний цикл. На фермі одночасно функціонують шість взаємопов'язаних потоків: кормовий, тваринний, молочний, гнойовий, водний і повітряний.

Кормовий потік починається у місцях зберігання кормів (силосні траншеї, склади сіна та концентратів). Далі корми надходять у кормоцех, де відбувається їх подрібнення, дозування і змішування у повнораціонну суміш (ТМР). Готова суміш транспортується кормороздавачами до корівника і розміщується на кормовому столі. Цей потік є відправною точкою продуктивності стада.

**КОРМОВИЙ ПОТІК:** *Силос/сінаж/сіно/концентрати* → *Кормоцех* → *Кормороздавач* → *Годівниці*

Тваринний потік описує організований рух корів у межах ферми. Із секцій утримання тварини по напрямних коридорах прямують до доїльної зали. Після

доїння вони повертаються у свої секції до відпочинку, споживання корму та води. Рух має бути одностороннім, без зустрічних потоків, щоб уникнути стресу.

**ТВАРИННИЙ ПОТІК:** Секції утримання → Доїльна зала/робот → Секції відпочинку

Молочний потік починається в доїльній залі. Молоко через доїльні апарати потрапляє в закриту систему молокопроводу, проходить фільтрацію і надходить у танк-охолоджувач, де швидко охолоджується до температури зберігання. Далі воно зберігається до відвантаження. Потік повністю ізольований від зовнішнього середовища.

**МОЛОЧНИЙ ПОТІК:** Доїльні апарати → Молокопровід → Охолоджувач-танк → Зберігання

Гнойовий потік забезпечує санітарний стан приміщень. Гній із проходів між лежаками видаляється скреперними установками у поперечні канали, далі транспортується механічними або гідравлічними засобами у гноєсховище або лагуну. Активізація цього потоку часто узгоджується з часом перебування корів у доїльній залі.

**ГНОЙОВИЙ ПОТІК:** Канали/скрепери → Гнойовий транспортер → Сховище

Повітряний потік формується системами вентиляції та природного провітрювання. Свіже повітря надходить через припливні отвори або штори, проходить через зону утримання тварин і видаляється витяжними вентиляторами. Одночасно система освітлення підтримує необхідний світловий режим.

**ПОВІТРЯНИЙ ПОТІК:** Припливні отвори → Зона тварин → Витяжні вентилятори

### Основні підсистеми комплексної механізації

Ефективність комплексної механізації визначається не окремими машинами, а узгодженою роботою всіх підсистем. Лише їхня тісна взаємодія забезпечує безперервність виробництва, підвищення продуктивності праці та економічну доцільність механізації. Комплексний підхід дозволяє досягти високого рівня технічної оснащеності та оптимізації виробничих процесів.

Таблиця 3.1

#### Підсистеми комплексної механізації

Підсистема	Технологічні операції	Обладнання	Результат
Кормоприготування	Подрібнення, змішування, дозування	Кормоцех, подрібнювачі, змішувачі	Однорідна кормосуміш (TMR)

Кормороздавання	Транспортування і видача	Мобільні/стаціонарні кормороздавачі	Рівномірна годівля
Напування	Подача чистої води	Автопоїлки, водопровід	Постійний доступ до води
Доїння	Відбір молока	Доїльні установки/роботи	Якісне доїння, гігієна
Первинна обробка молока	Фільтрація, охолодження	Охолоджувачі-танки	Збереження якості
Видалення гною	Згрібання, транспортування	Скрепери, транспортери	Санітарія приміщень
Мікроклімат	Вентиляція, освітлення	Вентилятори, штори, LED	Комфорт тварин
Підстилка	Розстилання	Розкидачі підстилки	Сухість і чистота

### **Схема розміщення обладнання у корівнику (безприв'язне утримання)**

Безприв'язне утримання корів є сучасною та ефективною технологією організації молочного скотарства. За такої системи тварини вільно пересуваються приміщенням, мають постійний доступ до корму, води та місць відпочинку. Правильне розміщення обладнання у корівнику забезпечує комфорт тварин, зручність обслуговування, високу продуктивність і належні санітарно-гігієнічні умови.

#### **Основні функціональні зони корівника**

У корівнику для безприв'язного утримання виділяють кілька обов'язкових зон, кожна з яких оснащується відповідним обладнанням.

#### ***Зона відпочинку (лежанки, бокси)***

Призначена для відпочинку корів. Обладнується індивідуальними боксами з підстилкою (солома, тирса, мати). Бокси розташовують рядами вздовж стін або посередині приміщення.

Обладнання:

Боксові огорожі

Підстилка або гумові мати

Обмежувачі положення тіла тварини

#### ***Кормовий прохід (кормовий стіл)***

Розташовується вздовж одного з рядів боксів. Тут здійснюється роздавання кормів механізованими засобами.

Обладнання:

Кормовий стіл

Кормороздавачі

Обмежувальні решітки (фронт годівлі)

***Гнойовий (гнойовидальний) прохід***

Знаходиться позаду рядів боксів і призначений для видалення гною механізованими системами.

Обладнання:

Скреперні установки або транспортери

Канали для відведення гною

***Зона напування***

Поїлки встановлюються у місцях інтенсивного руху тварин — на перетині проходів або біля кормового столу.

Обладнання:

Групові або індивідуальні автонапувалки

Система водопостачання з підігрівом (у холодний період)

***Проходи для руху тварин***

Забезпечують вільне пересування корів між зонами відпочинку, годівлі та доїння.

***Доїльна зона (дояльний блок або доїльний зал)***

Розміщується в окремому приміщенні, сполученому з корівником переходами. Тварини самостійно прямують до доїльної зали за встановленим маршрутом.

Обладнання:

Доїльні установки

Молокопровід

Танки-охолоджувачі молока

***Принципи раціонального розміщення обладнання***

Прямолінійність руху тварин – від зони відпочинку до кормового столу і доїльної зали без перешкод.

Мінімізація перехрещення потоків тварин і обслуговуючого персоналу.

Зручність механізованого обслуговування (роздача кормів, прибирання гною).

Добра вентиляція та освітлення усіх зон.

Дотримання санітарних розривів між функціональними ділянками.

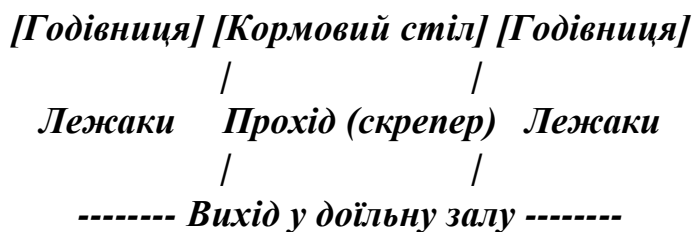


Рис. 3.2. Схема розміщення обладнання у корівнику

## Технічні рішення для різних процесів

Процес	Типове рішення	Продуктивність	Переваги
Приготування TMR	Вертикальний змішувач-кормороздавач	5-12 т/год	Однорідність раціону
Роздавання кормів	Самохідний кормороздавач	100-200 гол./цикл	Мобільність
Доїння	«Ялинка», «Паралель», робот	40-120 корів/год	Гігієна, контроль
Видалення гною	Ланцюгово-скреперна система	60-100 м/год	Автоматизація
Напування	Групові автопоїлки	10-20 л/хв	Безперервність
Вентиляція	Осьові вентилятори	20-40 тис. м <sup>3</sup> /год	Стабільний мікроклімат
Охолодження молока	Танк-охолоджувач	1000-10000 л	Швидке охолодження

**Узагальнена технологічна схема ферми**

Узагальнена технологічна схема ферми відображає послідовність і взаємозв'язок усіх виробничих процесів, що забезпечують утримання тварин, одержання продукції та її первинну обробку. Вона поєднує основні, допоміжні та обслуговуючі операції в єдину систему, яка функціонує безперервно та ритмічно завдяки комплексній механізації.

Основу технологічної схеми становлять процеси годівлі, напування, утримання, видалення гною, доїння (для молочної ферми), зберігання та первинної обробки продукції. Кожен із цих процесів взаємопов'язаний і не може ефективно функціонувати окремо від інших.

Технологічна схема ферми починається з підготовки та зберігання кормів. Корми надходять на ферму, зберігаються у сховищах (силосні траншеї, склади, сіносховища), після чого подаються до кормоцеху, де проходять підготовку: подрібнення, змішування, зволоження або приготування кормових сумішей. Далі механізованими засобами корми транспортуються до приміщень для тварин і роздаються у кормові столи або годівниці.

Одночасно організовується система напування тварин. Вода подається централізовано через мережу трубопроводів до автонапувалок, що забезпечує постійний доступ тварин до свіжої води.

Важливою частиною технологічної схеми є система утримання тварин. Вона включає приміщення для відпочинку, проходи для руху, зони годівлі та доїння. Організація простору повинна забезпечувати вільне пересування тварин і зручність механізованого обслуговування.

У процесі утримання тварин утворюються відходи, тому наступним елементом схеми є система видалення гною. Вона передбачає механізоване прибирання гнойових проходів, транспортування гною до гноєсховища та його подальше зберігання або утилізацію.

Для молочної ферми ключовим етапом є доїння. Тварини переміщуються до доїльної зали, де за допомогою доїльних установок здійснюється отримання молока. Після цього молоко транспортується молокопроводами до молочного блоку, де проходить фільтрацію, охолодження та тимчасове зберігання в охолоджувальних танках до відправлення на переробку.

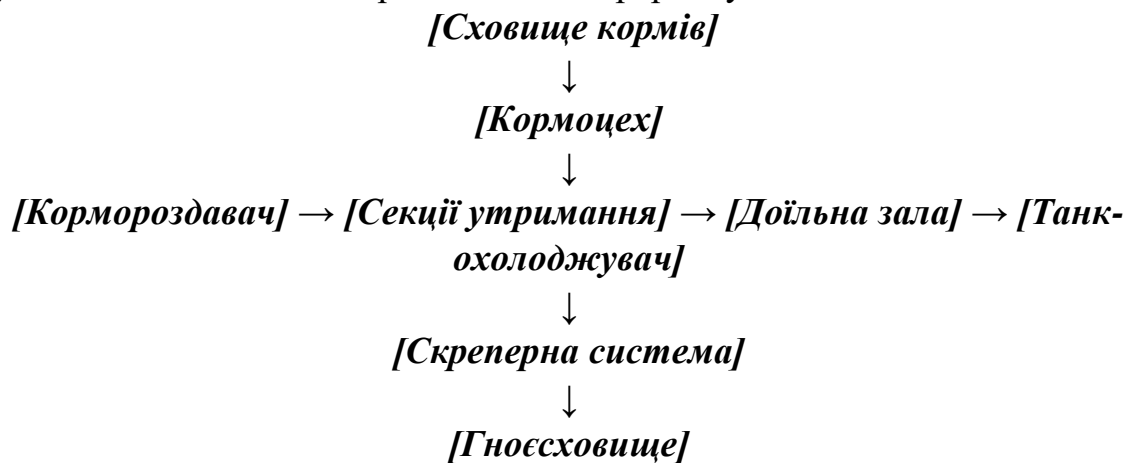


Рис. 3.3. Узагальнена технологічна схема ферми ВРХ

Усі технологічні процеси забезпечуються енергопостачанням, вентиляцією, освітленням та системами контролю, що створюють належні умови для функціонування ферми.

#### **Запитання до самостійного виконання:**

1. У чому полягає сутність комплексної механізації ферми ВРХ та її основна мета?
2. Які шість основних потоків формують функціональну схему молочно-товарної ферми?
3. Як взаємодіють між собою кормовий, тваринний і молочний потоки у технологічному циклі?
4. Яку роль відіграє кормоцех у формуванні кормового потоку та приготуванні TMR?
5. Які вимоги висуваються до організації тваринного потоку під час переміщення корів до доїльної зали?
6. Як забезпечується гігієнічність і безперервність молочного потоку від доїння до зберігання?
7. Якими засобами організовується механізоване видалення гною у корівниках безприв'язного утримання?
8. Як формується повітряний потік у приміщенні та яке обладнання для цього застосовується?
9. Які основні підсистеми входять до складу комплексної механізації ферми ВРХ?
10. Які функціональні зони виділяють у корівнику при безприв'язному утриманні корів?
11. Яке обладнання встановлюють у зоні відпочинку, годівлі, напування та гнойовидалення?

12. Які принципи раціонального розміщення обладнання забезпечують комфорт тварин і зручність обслуговування?
13. Які типові технічні рішення застосовують для приготування та роздавання TMR?
14. Які варіанти доїльних установок використовують на сучасних фермах і які їх переваги?
15. Як узагальнена технологічна схема ферми відображає послідовність виробничих процесів?
16. Чому ефективність ферми ВРХ залежить від узгодженої роботи всіх підсистем механізації?

## **Змістовий модуль 2.**

### **Механізація процесу кормоприготування та роздавання кормів**

#### ***Тема 4. Технологія кормоприготування***

Технологія кормоприготування – це сукупність послідовних операцій з підготовки кормів до згодовування тваринам з метою підвищення їх поживності, перетравності та засвоюваності. Правильно організоване кормоприготування є важливою складовою технологічного процесу ферми, оскільки безпосередньо впливає на продуктивність тварин і економічну ефективність господарства.

Процес кормоприготування здійснюється у кормоцеху і включає механізовану обробку різних видів кормів: грубих, соковитих, концентрованих та мінеральних добавок.

Технологія кормоприготування передбачає таку послідовність операцій:

Спочатку корми надходять зі сховищ до кормоцеху. Грубі корми (сіно, солома) піддаються подрібненню у подрібнювачах, що полегшує їх поїдання та перетравлення. Соковиті корми (силос, коренеплоди) очищуються від домішок і також подрібнюються. Концентровані корми подрібнюють у дробарках до необхідної фракції.

Після подрібнення всі компоненти корму надходять до змішувачів, де відбувається їх ретельне перемішування у визначених пропорціях відповідно до раціону годівлі. За потреби до суміші додають воду, мінеральні речовини, премікси та інші добавки.

Наступним етапом є транспортування готової кормосуміші до тваринницьких приміщень за допомогою транспортерів або кормороздавачів. Роздача корму здійснюється у кормові столи або годівниці.

Основними операціями технології кормоприготування є: подрібнення, очищення, дозування, змішування та транспортування кормів.

Механізація цих процесів забезпечує рівномірність кормових сумішей, зменшує витрати праці, підвищує точність дотримання раціонів та покращує поїдання кормів тваринами.

Отже, технологія кормоприготування – це важливий елемент комплексної механізації ферми, який забезпечує ефективну організацію годівлі та сприяє підвищенню продуктивності тварин.

Кормами називають спеціально приготовлені і використовувані для годівлі сільськогосподарських тварин продукти, що містять поживні речовини в засвоюваній формі і не роблять шкідливої дії на здоров'я тварин і якість одержуваної від них продукції.

Для практичних цілей прийнята наступна класифікація кормів: зелені (трава пасовищ і зеленої підкормки); грубі (сіно, солома, полова, гілковий і деревний корм); соковиті (30-40 % води) (силос, сінаж, коренеплоди, коренебульбоплоди, баштанні та інші соковиті плоди); концентровані – основне джерело протеїну (зерно й насіння, макуха, шрот та ін.); тваринного походження

(молоко незбиране та знежирене, сироватка, м'ясо-кісткове і рибне борошно та ін.); відходи технічних виробництв (спиртового, цукрового, консервного, харчового, масложирового); харчові відходи; мікробіологічного синтезу (дріжджі, мікробний білок); синтетичні азотисті добавки; мінеральні та вітамінні добавки (крейда, сіль, фосфати, антибіотики); комбікорму (спеціально приготовлена суміш кормів і кормових добавок, збалансована по вмісту поживних речовин).

За родом затрачуваної на технологічний процес енергії розрізняють механічні, теплові, хімічні, біологічні і комбіновані способи обробки кормів.

До найбільш поширених механічних способів обробки кормів відносяться очищення від сторонніх домішок, фракціонування, подрібнення, дозування, змішування, пресування та ін. Теплові способи включають сушіння, нагрів, запарювання, варіння, пастеризацію і ін., а хімічні – обробку кислотами, лугами, аміаком та іншими хімічними реактивами. Осолоджування кормів, їх дріжджування, силосування, вирощування хлорели і ін. відносять до біологічних способів приготування кормів. У багатьох випадках застосовують комбіновані способи обробки кормів.



Рис. 4.1 Класифікація способів обробки кормової сировини в процесі підготовки до згодовування

Вибір технології кормоприготування обумовлюється наявними кормовими ресурсами та їх якістю, видом та віком тварин, прийнятим (заданим) типом годівлі. При цьому технологія кормоприготування в широкому розумінні цього визначення – це структура і послідовність способів та заходів обробки кормової сировини, мета яких одержати готові до згодовування корми.

На рис. 4.2. зображені технологічні схеми підготовки до згодовування базових видів кормів, найпоширеніших у виробничій практиці.

Таким чином, процес кормоприготування полягає у виконанні технологічних операцій, спрямованих на надання сировині, що обробляється, нових властивостей. А машини, що виконують такі операції, називаються технологічним обладнанням. Крім технологічного обладнання, у процесі кормоприготування для переміщення об'єкту обробки від машини до машини чи його перевантаження використовується і допоміжне обладнання, яке забезпечує потоковість і безперервність, усуває ручну працю в процесі кормоприготування.



Рис. 4.2. Найпоширеніші технологічні схеми підготовки до згодовування кормових компонентів і приготування сумішок

Очищення кормів. Аналіз і оцінка способів та засобів очищення.

Якість кормів визначається кількістю поживних, тобто цінних для годівлі речовин, а також вмістом у них баластних, некорисних чи іноді навіть шкідливих включень.

За своєю природою домішки можуть бути органічні (насіння бур'янів, отруйних рослин та ін.) і неорганічні (пісок, каміння, металеві частки тощо). Вони погіршують якість корму, травмують чи отруюють (порушують травлення) тварин, знижують ефективність роботи, спричиняють несправності технологічного обладнання.

Очищення кормів полягає у відокремленні та видаленні з них сторонніх включень. Після очищення кормової сировини допустимий ступінь забруднення залежить від виду кормів, а також характеру включень та їх можливих наслідків. Так, домішки землі не повинні перевищувати 1-2 %, піску – 0,3-1 %, металеві домішки розміром до 2 мм з незагостреними кінцями – 30 мг на 1 кг корму, насіння отруйних трав – 0,25 %.

Залишковий ступінь забруднення оцінюють дослідним шляхом і визначають відношенням:

$$\delta_z = \frac{G - G_q}{G_q} 100\% \quad (4.1)$$

де  $\delta_z$  – фактичний ступінь забруднення продукту, %;  $G$  – маса порції продукту, для якого визначають забрудненість, кг;  $G_q$  – маса цієї ж порції після дбайливого очищення (миття) вручну, кг.

Аналіз і оцінка способів та засобів очищення.

У процесі кормоприготування сухих кормових компонентів очищення здійснюється від феромагнітних домішок за допомогою магнітних сепараторів, від немагнітних мінеральних та деяких інших включень – на інерційних каменевідокремлювачах. Коренебульбоплоди очищають переважно у спеціальних машинах – мийках.

Магнітні сепаратори оснащені постійними чи електричними магнітами. При проходженні тонкого шару оброблюваного матеріалу в магнітному полі магнітні домішки затримуються на поверхні магніту. Блоки постійних магнітів відзначаються простотою конструкції та обслуговування. Їх можна встановлювати в технологічних лініях кормоприготування як самостійне обладнання (магнітні колонки) або у складі інших машин (наприклад, під похилим розвантажувальним лотком бункера, над чи під транспортером) на шляху переміщення шару оброблюваного корму.

На великих комбикормових підприємствах знайшли застосування електромагнітні сепаратори, які характеризуються більшою потужністю магнітного поля. Конструктивно вони бувають барабанного типу, стрічкові, віброкоткові тощо.

Якість очищення залежить від рівномірності, товщини та швидкості переміщення шару сировини, її виду, а також потужності магнітного поля і характеру металомагнітних домішок.

Ефект від очищення знаходиться у прямій залежності від потужності магнітного поля, підвищується при зменшенні товщини оброблюваного шару, оскільки сила протягування магнітів різко знижується у міру віддалення від їх полюсів.

Таким чином, для якісного очищення від феромагнітних домішок кормову сировину необхідно направляти на магніти тонким рівномірним шаром при відносно невеликій швидкості його руху. Останнє досягається за умови, коли кут нахилу скатної поверхні перевищує кут зовнішнього тертя сировини на 3-5°. Товщина шару продукту в зоні магнітного поля допускається до 10 мм для зернових і до 7 мм для борошноподібних компонентів. Борошно обволікає металеві частки і вони гірше притягуються магнітом.

Під дією рухомого шару продукту феромагнітні домішки зміщуються у виступи між полюсами магнітів, де і затримуються. Ці домішки при технічному обслуговуванні обладнання періодично видаляються.

Недоліком магнітних сепараторів є те, що вони відокремлюють лише металоманітні домішки і потребують ручного видалення цих домішок.

Каменевідокремлювачі застосовують для очищення кормів від мінеральних та деяких інших домішок, які за розміром близькі до розмірів кормових часток, але відрізняються від них питомою вагою.

Дія такого обладнання ґрунтується на принципі різниці сил інерції та гравітації. Конструктивно ці пристрої можуть бути у вигляді транспортера-кидалки, гладенького валка або валка-щітки, ванни з водою (при очищенні коренебульбоплодів). Каміння та інші важкі домішки осідають на дно, легкі частки (стебла, листя тощо) плавають зверху ванни, а коренебульбоплоди знаходяться в підвішеному стані і забираються на подальшу обробку із середніх шарів води.

Коренебульбомийки призначені для очищення від землі і піску корене- та бульбоплодів у результаті їх тертя між собою і по робочих органах машини. При цьому вода змиває і видаляє відокремлені частки забруднення. Із засобів очищення сировини саме коренебульбомийки є спеціалізованими машинами фермського призначення.

Машини та обладнання в лінії кормоприготування (розгорнутий опис)

Лінія кормоприготування – це послідовно поєднаний комплекс машин, які забезпечують безперервний потік операцій від приймання кормів зі сховищ до подачі готової кормосуміші в годівниці. Добір обладнання визначається структурою раціону (грубі, соковиті, концентровані, рідкі корми), продуктивністю ферми та прийнятою технологією (централізована або мобільна TMR).

#### **Задача 1. Розрахувати основні параметри дискової коренерізки**

Основними параметрами коренерізки є розміри робочої камери (діаметр, висота та довжина), кількість і розміри (довжина) ножів, частота обертання робочого органа, тривалість перебування коренебульбоплодів у камері.

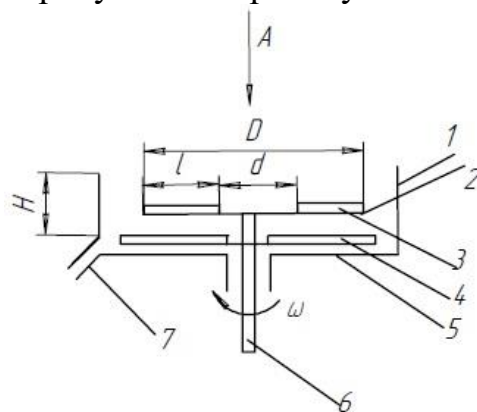


Рис. 4.3 Схема дискового подрібнювача:

1 – камера подрібнювання; 2 – диск з ножами; 3 – ножі; 4 – диск-кадалка; 5 – дно подрібнювача; 6 – вал; 7 – вікно.

Потужність подрібнювача визначається за формулою:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} h z \gamma n k_3 k_H, \text{ кг/с}, \quad (4.2)$$

де  $D, d$  – діаметри диска відповідно по робочій частині і неробочій частині диска, м;

$h$  – товщина стружки, м;

$z$  – кількість ножів;

$\gamma$  – щільність коренебульбоплодів,  $\text{кг/м}^3$ ,  $\gamma=600\dots770 \text{ кг/м}^3$ ;

$n$  – частота обертання,  $\text{с}^{-1}$ ;

$k_z$  – коефіцієнт заповнення камери;

$k_H$  – коефіцієнт використання довжини леза ножа,  $k_H=0,7\dots0,8$ .

Діаметр неробочої частини диска визначається конструктивними особливостями кріплення диска і ножів,  $d=0,08\dots0,12$  м.

Діаметр робочої частини диска  $D$  вибираємо в залежності від геометричних параметрів коренебульбоплодів і заданої продуктивності:

$$D = (0,3 \dots 0,6), \text{ м},$$

Довжину ножа визначають за формулою:

$$l_H = \frac{D-d}{2}, \text{ м}, \quad (4.3)$$

Оскільки, швидкість гравітаційної подачі коренебульбоплодів змінюється від нуля до величини, то середня швидкість  $V_{\Pi}$  подачі:

$$V_{\Pi} = \frac{1}{2} \sqrt{2gh}, \text{ м/с}, \quad (4.4)$$

де  $g$  – прискорення сили тяжіння,  $\text{м/с}^2$ ,  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ .

Висота камери подрібнення визначається з урахуванням конструктивних особливостей і складає:

$$H = (1,0 \dots 1,5)D, \text{ м}, \quad (4.5)$$

Потужність привода коренерізки визначають за формулою:

$$N = Qg_e, \text{ кВт}, \quad (4.6)$$

де  $g_e$  – загальна питома енергоємність,  $\text{кДж/кг}$ ,  $g_e=0,8\dots1,3 \text{ кДж/кг}$ .

Таблиця 4.1

#### Вихідні данні для розрахунку:

Варіант	Товщина стружки, $h$ , м	Кількість ножів, $z$	Коефіцієнт заповнення камери, $k_z$	Частота обертання, $n$ , $\text{с}^{-1}$
1	0,008	2	0,35	16,6
2	0,006	4	0,36	7,75
3	0,007	6	0,37	8,33
4	0,002	2	0,38	16,6
5	0,005	8	0,39	16,6
6	0,010	4	0,40	8,33
7	0,011	4	0,41	8,33
8	0,012	6	0,42	8,33
9	0,013	2	0,43	8,33
10	0,014	8	0,44	16,66
11	0,015	4	0,45	8,33

**Задача 2. Розрахувати основні параметри штифтового подрібнювача**  
 Розрахунки подрібнювача проводимо, виходячи із заданої продуктивності:

$$Q_p = z_p \mu, \text{ кг/с}, \quad (4.7)$$

де  $z_p$  – кількість штифтів на роторі;

$\mu$  – питома продуктивність на один штифт, кг/с·шт.

Кількість штифтів на нерухомому диску розраховується:

$$z_d = Z_p \varepsilon, \text{ шт}, \quad (4.8)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт пропорційності,  $\varepsilon=0,7\dots0,8$ .

Розрахункова кількість округлюється до цілого числа.

Беремо кількість рядів штифтів на роторі і нерухомому диску: звичайно беруть три ряди штифтів на роторі і два на нерухомому диску. У цьому випадку одержуємо найбільшу ефективність процесу подрібнення і вивантаження корму.

Кількість штифтів у рядах визначається за формулою:

$$m = \frac{z_p}{N_p}, \text{ шт}, \quad (4.9)$$

де  $N_p, N_d$  – кількість рядів на роторі,  $N_p=3$ , або диску  $N_d=2$ .

Штифти розміщують у шаховому порядку по двох або більше концентричних колах. Кут між суміжними штифтами в ряду буде таким:

$$\theta = \frac{2\pi}{m}, \text{ рад}, \quad (4.10)$$

$$\theta = \frac{360}{m}, \text{ град}, \quad (4.11)$$

Кут між суміжними штифтами різних видів буде таким:

$$\theta_p = \frac{\theta}{2}, \text{ град, (рад)}, \quad (4.12)$$

Визначаємо довжину (глибину) камери подрібнення:

$$L = L_i + 2\Delta L, \text{ м}, \quad (4.13)$$

де  $L_i$  – відстань між крайніми рядами штифтів, м;

$\Delta L$  – відстань від крайнього ряду до краю ротора, м.

Відстань між крайніми рядами штифтів визначається за формулою:

$$L_i = (N_p + N_d - 1)a, \text{ м}, \quad (4.14)$$

де  $a$  – відстань між сусідніми рядами штифтів, м,  $a=0,025\dots0,028$  м;

$N_p, N_d$  – кількість рядів на роторі або диску, шт.

Потужність привода ротора визначають:

$$D_{пр} = Q \cdot q_e, \text{ кВт}. \quad (4.15)$$

де  $q_e$  – питома енергоємність подрібнення,  $q_e=6\dots12$  кВт·год/т.

Таблиця 4.2

**Вихідні данні для розрахунку:**

Варіант	Кількість штифтів на роторі, $z_p$	Питома продуктивність на один штифт, $\mu$ , кг/с·шт	Відстань від крайнього ряду до краю ротора, $\Delta L$ , м.
1	100	0,0070	0,018
2	102	0,0071	0,019

3	104	0,0072	0,020
4	103	0,0073	0,018
5	105	0,0080	0,019
6	100	0,0081	0,020
7	101	0,0082	0,018
8	102	0,0083	0,019
9	103	0,0084	0,020
10	104	0,0090	0,018
11	105	0,0091	0,019

**Задача 3. Розрахувати основні параметри молоткового подрібнювача**

Щоб на вал та підшипники не передавались імпульси від молотків, квадрат радіуса інерції молотка  $r_c$  відносно точки його підвісу до диску повинен бути рівним відстані  $c$  від центра ваги молотка до осі підвісу, помножену на відстань  $l$  від тієї ж осі підвісу до кінця молотка:

$$r_c^2 = cl, \text{ м}, \quad (4.16)$$

де  $c$  – відстань від центра ваги молотка до осі підвісу, м;

$l$  – відстань від осі підвісу до кінця молотка, м.

Для дотримання цієї умови координати точки підвісу пластинчатого молотка прямокутної форми з одним отвором визначаємо за рівнянням:

$$c = \frac{(a^2+b^2)}{6a}, \text{ м}, \quad (4.17)$$

де  $a$  і  $b$  – відповідно довжина і ширина молотка, м.

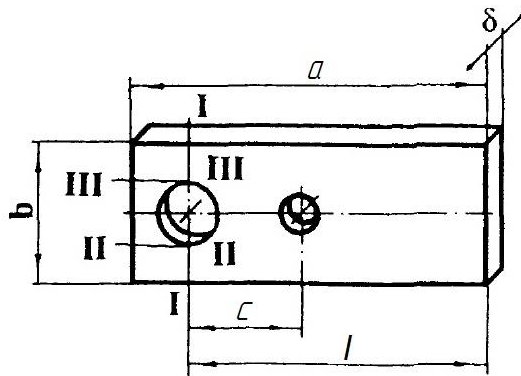


Рис. 4.4 Молоток прямокутної форми з одним отвором

Квадрат радіуса інерції молотка відносно його центра ваги:

$$r_{ц.т}^2 = \frac{(a^2+b^2)}{12}, \text{ м}^2, \quad (4.18)$$

Квадрат радіуса інерції молотка відносно його осі підвісу:

$$r_o^2 = r_{ц.т}^2 + c^2, \text{ м}^2, \quad (4.19)$$

Відстань від кінця молотка або його осі підвісу:

$$l_1 = c + 0,5a, \text{ м}, \quad (4.20)$$

Перевірка забезпечення безударної роботи молотка:

$$r_c^2 = cl_1, \text{ м} \quad (4.21)$$

Конструктивне призначення відстані від осі підвісу молотка до осі ротора (для уникнення порушення стійкої роботи молоткової дробарки ця відстань повинна бути більше відстані від кінця молотка до його очі підвісу:

$$l_0 > l_1 \text{ або } l_0 = l_1 + (3 \dots 6)10^{-3}, \text{ м}, \quad (4.22)$$

Радіус найбільш віддаленої від осі ротора точки молотка:

$$R_1 = l_0 + l_1, \text{ м}, \quad (4.23)$$

Частота обертання ротора визначається:

$$n \geq \frac{V}{R_1}, \text{ с}^{-1}, \quad (4.24)$$

де  $V$  – мінімальна окружна швидкість молотків, м/с.

Відцентрова сила інерції молотків:

$$F = G_M n^2 R_c, \text{ Н}, \quad (4.26)$$

де  $G_M$  – вага молотка, кг;

$R_c$  – радіус окружності розташування центрів ваги молотків, кг.

Вага молотка визначається:

$$G_M = V_M \rho_M, \text{ кг}, \quad (4.27)$$

де  $\rho_M$  – щільність сталі,  $\rho_M = 7800 \text{ кг/м}^3$ .

Радіус окружності розташування центрів ваги молотка:

$$R_c = l_0 + c, \text{ м}, \quad (4.28)$$

Об'єм молотка визначаємо за формулою:

$$V_M = ab\delta, \text{ м}^3, \quad (4.29)$$

де  $\delta$  – висота молотка, м.

Діаметр осі підвісу молотка:

$$d = 1,36 \sqrt[3]{F\delta/[\sigma]_{зг}}, \text{ м}, \quad (4.30)$$

де  $[\sigma]_{зг}$  – допустиме напруження при згині,  $[\sigma]_{из} = 10^8 \text{ Па}$ .

Товщина ротора:

$$H \geq \frac{F}{d[\sigma]_{см}}, \text{ м}, \quad (4.31)$$

де  $[\sigma]_{см}$  – допустиме напруження при зминанні,  $[\sigma]_{см} = 8 \cdot 10^7 \text{ Па}$ .

Мінімальний розмір перемички між отворами під осі підвісу і зовнішній кромці диску  $h_{min}$ :

$$h_{min} \geq \frac{0,5F}{\delta[\sigma]_{сд}}, \text{ м}, \quad (4.32)$$

де  $[\sigma]_{сд}$  – допустиме напруження на зсув,  $[\sigma]_{сд} = 175 \cdot 10^6 \text{ Па}$ .

Зовнішній радіус диску:

$$R_d = l_0 + 0,5d + h_{min}, \text{ м}, \quad (4.33)$$

Діаметр валу в небезпечному перерізі у шківі, м:

$$d_0 = 0,052 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}, \text{ м}, \quad (4.34)$$

Продуктивність молоткової дробарки:

$$Q = K_1 \gamma D^2 L n, \text{ м}, \quad (4.35)$$

де  $K_1$  – емпіричний коефіцієнт, який залежить від типу і розмір комірок ситової поверхні, фізико-механічних властивостей зерна (вид, міцність,

крупність та ін.);  $K_I=(1,3\dots1,7)\cdot 10^{-4}$  для сит з розміром отворів до 3 мм;  $K_I=(2,2\dots1,7)\cdot 10^{-4}$  для лускатних сит з розмірами отворів від 3 до 10 мм (менші розміри  $K_I$  приймають для сит з меншими розмірами отворів);

$\gamma$  – щільність подрібнюваного продукту,  $\gamma=650-830$  кг/м<sup>3</sup>;

$L$  – довжина ротора дробарки, м.

$$L = (0,32 \dots 0,64)D, \text{ м}, \quad (4.36)$$

Потужність електродвигуна дробарки:

$$N = K_1 K_2 \gamma D^2 L n, \text{ кВт}, \quad (4.37)$$

де  $K_2$  – емпіричний коефіцієнт, який враховує ступінь подрібнення продукту (менше значення  $K_2$  – приймають при грубому подрібненні, а більше – при тонкому).

Визначимо напруження, які виникають у молотку при дії відцентрової сили. Напруження при одновісному розтязі, виникаючі в перерізі **I-I** (рис. 4.4):

$$\sigma_{I-I} = \frac{F}{(b-d)\delta}, \text{ Па}, \quad (4.38)$$

Допустиме напруження при цьому визначають за формулою:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{\rho}, \text{ Па} \quad (4.39)$$

де  $\rho$  – запас міцності ( $\rho=5$  – для молотка),

$\sigma_T=950\cdot 10^6$  Па.

Напруження зсуву  $\tau$  в перерізах **II-II** та **III-III** (див. рис. 4.4):

$$\tau = \frac{F}{\delta(a-c-b)}, \text{ Па} \quad (4.40)$$

Напруга зминання  $\sigma_{см}$  – виникаюче у молотку:

$$\sigma_{см} = \frac{F}{\delta d}, \text{ Па}. \quad (4.41)$$

Розрахункові значення напружень на розтяг, зсув і зминання порівнюють з гранично допустимими значеннями напружень для сталі 30 ХГС.

Таблиця 4.3

#### Вихідні дані для розрахунку:

Варіант	Діаметр ротора дробарки, $D$ , м	Ширина молотка, $b$ , м	Довжина молотка $a$ , м	Мінімальна окружна швидкість молотків, $V$ , м/с	Висота молотка, $\delta$ , м
1	0,031	0,035	0,080	78	0,008
2	0,032	0,035	0,080	78	0,008
3	0,033	0,035	0,080	79	0,008
4	0,034	0,035	0,080	79	0,008
5	0,035	0,035	0,081	80	0,008
6	0,035	0,036	0,081	80	0,008
7	0,034	0,036	0,081	81	0,008
8	0,034	0,036	0,081	81	0,009
9	0,033	0,036	0,081	82	0,009

10	0,033	0,036	0,082	82	0,009
11	0,032	0,036	0,082	83	0,009
12	0,032	0,037	0,082	83	0,009
13	0,031	0,037	0,082	84	0,009
14	0,031	0,037	0,082	84	0,009
15	0,031	0,037	0,083	83	0,009
16	0,032	0,037	0,083	83	0,009
17	0,032	0,037	0,083	82	0,008
18	0,032	0,038	0,083	82	0,008
19	0,033	0,038	0,083	81	0,008
20	0,033	0,038	0,084	81	0,008

**Розрахунок основних параметрів порційного змішувача**

Продуктивність, змішувача порційної дії визначають:

$$Q = V \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{см}} \cdot \frac{1}{T_{\text{ц}}}, \text{ кг/с}, \quad (4.42)$$

де  $V$  – об’єм камери змішування,  $\text{м}^3$ ;

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

$\gamma_{\text{см}}$  – насипна маса сумішки,  $\text{кг/м}^3$ ;

$T_{\text{ц}}$  – час циклу змішування, с.

Насипна маса сумішки визначається за формулою:

$$\gamma_{\text{см}} = \frac{m_1 \cdot \gamma_1 + m_2 \cdot \gamma_2 + \dots + m_n \cdot \gamma_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}, \text{ кг/м}^3, \quad (4.43)$$

де  $m_1, m_2, m_n$  – маси складових компонентів кормосушки, кг;

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_n$  – насипні маси відповідних компонентів,  $\text{кг/м}^3$ .

Час циклу змішування визначають з виразу:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{вив}}, \text{ хв}, \quad (4.44)$$

$t_{\text{зав}}$  – час на завантаження всіх видів кормів, хв;

$t_{\text{вив}}$  – час вивантаження готової кормосумішки,  $t_{\text{вив}} \approx 10$  хв;

$t_{\text{зм}}$  – час змішування кормо сумішки,

$t_{\text{зм}}$  – компоненти сухі, сипкі,  $t_{\text{зм}}=2 \dots 4$  хв;

$t_{\text{зм}}$  – середня складність змішування,  $t_{\text{зм}}=5 \dots 7$  хв;

$t_{\text{зм}}$  – компоненти липкі, грубостеблові,  $t_{\text{зм}}=8-12$  хв.

\*Для вірності розрахунків треба перевести хвилини у секунди.

## Розрахунок основних параметрів:

Варіант	Об'єм камери змішування, $V$ , м	Маси складових компонентів кормо сумішки, $m_1, m_2, m_n$ , кг	Насипні маси відповідних складових компонентів, $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_n$ , кг/м <sup>3</sup>	Час завантаження всіх видів компонентів, $t_{зав}$ , хв
1	7	Концентровані корми, $m_1=600$ Коренеплоди, $m_2=900$ Сінне борошно, $m_3=300$	Концентровані корми, $\gamma_1=650$ Коренеплоди, $\gamma_2=600$ Сінне борошно, $\gamma_3=190$	8
2	3	Концентровані корми, $m_1=400$ Коренеплоди, $m_2=500$ Сінне борошно, $m_3=60$	Концентровані корми, $\gamma_1=550$ Коренеплоди, $\gamma_2=570$ Сінне борошно, $\gamma_3=190$	5
3	12	Коренеплоди, $m_1=1440$ Концентровані корми, $m_2=540$ Кормові добавки, $m_3=61,2$	Коренеплоди, $\gamma_1=500$ Концентровані корми, $\gamma_2=280$ Кормові добавки, $\gamma_3=1400$	10
4	2,5	Концентровані корми, $m_1=52$ Коренеплоди, $m_2=40$ Трав'яне борошно, $m_3=8$	Концентровані корми, $\gamma_1=650$ Коренеплоди, $\gamma_2=570$ Трав'яне борошно, $\gamma_3=190$	5
5	12	Коренеплоди, $m_1=1200$ Концентровані корми, $m_2=150$ Кормові добавки, $m_3=75$	Коренеплоди, $\gamma_1=600$ Концентровані корми, $\gamma_2=650$ Кормові добавки, $\gamma_3=1400$	10
6	7	Коренеплоди, $m_1=500$ Концентровані корми, $m_2=60$ Кормові добавки, $m_3=60$	Коренеплоди, $\gamma_1=700$ Концентровані корми, $\gamma_2=550$ Кормові добавки, $\gamma_3=1250$	7
7	6	Концентровані корми, $m_1=540$ Коренеплоди, $m_2=450$ Трав'яне борошно, $m_3=150$	Концентровані корми, $\gamma_1=280$ Коренеплоди, $\gamma_2=500$ Трав'яне борошно, $\gamma_3=190$	6

8	7	Концентровані корми, $m_1=300$ Коренеплоди, $m_2=450$ Сінне борошно, $m_3=150$	Концентровані корми, $\gamma_1=650$ Коренеплоди, $\gamma_2=570$ Сінне борошно, $\gamma_3=190$	7
9	2,5	Коренеплоди, $m_1=160$ Концентровані корми, $m_2=60$ Кормові добавки, $m_3=6,8$	Коренеплоди, $\gamma_1=620$ Концентровані корми, $\gamma_2=550$ Кормові добавки, $\gamma_3=1400$	5
10	6	Концентровані корми, $m_1=300$ Коренеплоди, $m_2=450$ Сінне борошно, $m_3=150$	Концентровані корми, $\gamma_1=650$ Коренеплоди, $\gamma_2=570$ Сінне борошно, $\gamma_3=190$	8
11	3	Коренеплоди, $m_1=500$ Концентровані корми, $m_2=100$ Кормові добавки, $m_3=105$	Коренеплоди, $\gamma_1=600$ Концентровані корми, $\gamma_2=600$ Кормові добавки, $\gamma_3=1400$	6

### Запитання до самостійного виконання:

1. Дайте визначення технології кормоприготування та поясніть її значення у структурі технологічних процесів ферми.
2. Які основні операції входять до послідовності кормоприготування у кормоцеху?
3. Охарактеризуйте класифікацію кормів за їх походженням і поживними властивостями.
4. У чому полягає різниця між грубими, соковитими та концентрованими кормами з точки зору підготовки до згодовування?
5. Які способи обробки кормів належать до механічних, теплових, хімічних, біологічних та комбінованих? Наведіть приклади.
6. Поясніть, як механізація процесів кормоприготування впливає на рівномірність кормосуміші та продуктивність тварин.
7. Які фактори визначають вибір технології кормоприготування у господарстві?
8. Поясніть роль допоміжного обладнання у забезпеченні потоковості технологічної лінії.
9. Що таке очищення кормів і які домішки вважаються найбільш небезпечними для тварин і обладнання?
10. Наведіть допустимі норми залишкової забрудненості кормів після очищення.

11. Поясніть принцип роботи магнітних сепараторів та умови ефективного очищення від феромагнітних домішок.
12. У чому полягає принцип дії каменевідокремлювачів і для яких кормів їх застосовують?
13. Опишіть будову та принцип роботи коренебульбомийок.
14. Які машини входять до складу типової лінії кормоприготування?
15. Поясніть технологічну схему підготовки грубих кормів до згодовування.
16. Поясніть технологічну схему підготовки соковитих кормів до згодовування.
17. Поясніть технологічну схему підготовки концентрованих кормів до згодовування.
18. Які вимоги ставляться до процесу дозування та змішування компонентів кормосуміші?
19. Поясніть значення транспортування готової суміші до місць годівлі тварин.
20. Обґрунтуйте значення технології кормоприготування як складової комплексної механізації ферми.

## Тема 5. Технологія роздавання кормів

### Класифікація навантажувачів кормів

Початковою ланкою у потокових технологічних лініях роздавання кормів є їх завантаження, яке здійснюють у місцях складування чи приготування кормів. Засоби завантаження можна класифікувати за різними ознаками (рис. 5.1).

У тваринництві широко використовують навантажувачі як загального призначення (наприклад, ПЗ-0,8Б, НФП-1,2, НФ-0,5), так і спеціальні (ПСК-5, ПСС-5,5, ФН-1,2, ФН-1,4, КУТ-3,0Б, ЗСК-10 та інші). Крім того, вони розрізняються за характером використання (пересувні, стаціонарні), за призначенням щодо виду кормів, конструктивними особливостями (типом) робочих органів, розміщенням, типом приводу тощо. Пересувні засоби, у свою чергу, можуть бути мобільними (самохідні, начіпні) і координатні (наземні, підвісні).

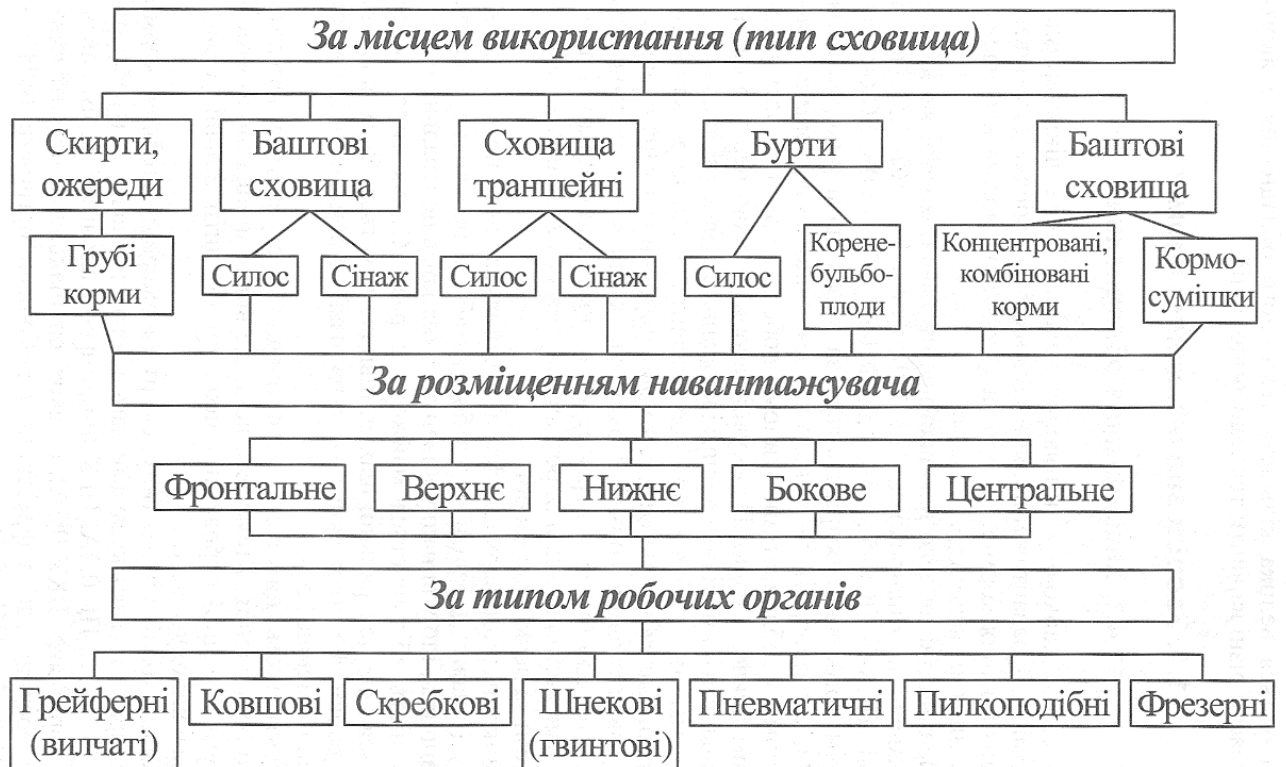


Рис. 5.1. Класифікація навантажувачів кормів

Вибір машин і обладнання для навантажувально-розвантажувальних робіт залежить від виду кормової сировини та типу сховища. Так, для завантаження кормів у баштові сховища використовують поворотні крани з грейферними робочими органами і пневматичні транспортери, а для їх розвантаження – ті ж крани, верхні чи нижні фрези та деякі інші засоби.

При використанні верхньої фрези можливі варіанти розвантаження силосу (сінажу) з башти через бокову або ж центральну шахту. Досвід свідчить, що у випадку вивантаження крізь центральну шахту продуктивність збільшується майже у 2 рази. Однак силос, який знаходиться біля центральної шахти, швидко псується. Верхня фреза надійно працює за умови, якщо довжина різки не більше 5 см, а вміст сухої маси не менше 25 %.

Продуктивність нижньої фрези значно поступається варіанту верхнього розміщення. Крім того, вона ще вимогливіша щодо якості подрібнення вихідної сировини і може спричинити більші ускладнення в разі виходу з ладу.

Із сховищ траншейного типу, скірт та ожередів стеблові корми можна забирати навантажувачами загального призначення (грейферні ПЗ-0,8Б, ПЗА-1Г, ПГ-0,2А, ПГК-Ф-0,4; фронтальні ПФ-0,5Б; навантажувачі-копновози ПКУ-0,8А), а також спеціальними навантажувачами безперервної дії з фрезерними робочими органами (ФН-1,4, ПС-Ф-5, ПСК-5А, ПСС-5,5).

### Класифікація кормороздавачів

У першу чергу кормороздавачі розрізняють за призначенням:

- залежно від виду тварин вони бувають для ферм рогатої худоби, свинарських, птахівничих, звірівничих;
- залежно від типу годівлі і стану кормів, які вони здатні роздавати – спеціальні, універсальні та комбіновані.

Спеціальні засоби мають обмежені можливості. До цієї групи машин відносяться, наприклад, роздавачі стеблових кормів, сухих сипких кормів, напіврідких кормів, поживних розчинів. Вузька спеціалізація засобів ускладнює проблему механізації, оскільки спричиняє потребу в збільшенні номенклатури машин для роздавання різних видів кормів навіть в межах однієї конкретної ферми.



Рис. 5.2. Класифікація кормороздавачів за характером використання

Універсальні засоби здатні роздавати різні види кормів в межах тваринницьких ферм одного виробничого напрямку. Вони мають ту перевагу, що здатні замінити кілька спеціальних роздавачів.

Ще ширші можливості мають комбіновані засоби, оскільки власне роздавання кормів поєднують з виконанням деяких інших операцій, наприклад, приготування сумішок.

Сучасні зразки універсальних комбінованих транспортно-технологічних агрегатів забезпечують цілий комплекс операцій: подрібнення, змішування, доставка і роздавання. В разі використання таких комбінованих агрегатів практично відпадає потреба в кормоприготувальних цехах.

За характером використання кормороздавачі можна поділити на дві групи – стаціонарні і пересувні (рис. 5.2).

Стаціонарні кормороздавачі бувають механічні, гідравлічні й пневматичні. А пересувні поділяються на мобільні (причіпні, які агрегуються з тракторами, й самохідні) та координатні (рейкові, безрейкові).

Стаціонарними називаються кормороздавачі, встановлені в одному приміщенні, де відбувається годівля тварин або птиці. При їх використанні корм до тваринницьких приміщень, як правило, треба доставляти іншими транспортними засобами. Винятком є гідравлічні або пневматичні системи роздавання, за допомогою яких корми від кормоцеху до тваринницьких приміщень надходять кормопроводами.

Мобільні кормороздавачі можна використовувати не тільки для роздавання, а й для доставки кормів від кормоцеху чи місця зберігання до місць їх згодовування тваринам чи завантаження в приймальні пристрої стаціонарних засобів роздавання.

Координатні кормороздавачі переміщуються всередині тваринницьких приміщень чи за їх межах по рейках або інших напрямних пристроях. Можливості їх використання обмежуються рейками або кабелем, яким вони з'єднуються з електромережею.

Механічні стаціонарні кормороздавачі діють за такою технологічною схемою: завантаження кормів у транспортні засоби → транспортування кормів до місць згодовування → перевантаження кормів у стаціонарний кормороздавач → транспортування кормів останнім у приміщенні й роздавання в годівниці.

Мобільні кормороздавачі забезпечують транспортування і роздавання кормів. Технологічна схема спрощується до такого вигляду: завантаження кормів у кормороздавач → транспортування до місць згодовування → транспортування кормів у приміщенні й роздавання в годівниці.

Координатні кормороздавачі за своїми характеристиками займають проміжне місце між стаціонарними і мобільними.

### ***Задача 1. Розрахувати основні параметри навантажувача силосованих кормів***

Визначають необхідну продуктивність фрезерних навантажувачів за формулою:

$$Q_{\text{ф.п.}} = \frac{V}{\tau_{\text{ц}}}, \text{ т}^3/\text{год}, \quad (5.1)$$

де  $V$  – об'єм маси, яка зрізається за один робочий цикл,  $\text{м}^3$ ;

$\tau_{\text{ц}}$  – тривалість робочого циклу, год.

Об'єм маси, що зрізається за один робочий цикл визначається за формулою:

$$V = hbHk_H, \text{ м}^3, \quad (5.2)$$

де  $h$  – глибина фрезерування, м;

$b$  – довжина фрезбарабану, м,  $b=1,2$  м;

$H$  – висота бурту, м;

$k_H$  – коефіцієнт, що залежить від висоти бурту.

Глибина фрезерування приблизно приймається рівною половині діаметра фрезбарабану, тобто:

$$h \approx \frac{D_{\text{ф.б.}}}{2}, \text{ м},$$

де  $D_{\text{ф.б.}}$  – діаметр фрезбарабану, м, приймаємо,  $D_{\text{ф.б.}}=0,8$  м.

Таблиця 5.1

**Значення коефіцієнта  $k_H$**

Висота бурту, $H$ , м	до 1,25	до 2,5	до 3,75	до 5,0
$k_H$	0,625	0,75	0,81	0,717

Таблиця 5.2

**Вихідні дані для розрахунку:**

Варіант	Висота бурту, $H$ , м	Тривалість робочого циклу, $t_{\text{ц}}$ , год
1	1,0	0,08
2	1,25	0,10
3	2,3	0,10
4	2,5	0,14
5	2,8	0,18
6	3,0	0,20
7	3,25	0,09
8	3,8	0,10
9	3,9	0,12
10	4,0	0,19
11	4,8	0,15

**Задача 2. Розрахувати основні параметри мобільного кормороздавача**

Вантажопідйомність мобільного кормороздавача (кількість корму, яку можна доставити і роздати за один рейс) розраховується за формулою:

$$G_p = \frac{V_6 \beta_z}{\gamma}, \text{ кг}, \quad (5.3)$$

де  $V_6$  – місткість бункера-кормороздавача,  $\text{м}^3$ ,  $V_6=6 \dots 10 \text{ м}^3$ ;

$\beta_z$  – коефіцієнт заповнення бункера,  $\beta_z=0,8 \dots 1,0$ ;

$\gamma$  – щільність корму,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Кількість циклів, що може виконати один кормороздавач за час роздавання:

$$i_{\text{ц}} = \frac{T_p}{t_{\text{ц}}}, \text{ год}, \quad (5.4)$$

де  $T_p$  – допустимий час роздавання кормів (зумовлюється розпорядком дня), год;

$t_{ц}$  – час, необхідний для виконання одного рейсу або циклу роздавання, год.

Тривалість одного циклу роздавання визначається як сума затрат часу на окремі операції цього циклу:

$$t_{ц} = (t_x + t_3 + t_T + t_p)k_0, \text{ год}, \quad (5.5)$$

де  $k_0$  – коефіцієнт, що враховує затрати часу на вимушені зупинки, розвороти, тощо,  $k_0=1, 1, \dots, 1, 2$ .

Час транспортування порожнього кормороздавача до місця його завантаження кормами визначають за формулою:

$$t_x = \frac{S}{V_x}, \text{ год}, \quad (5.6)$$

де  $S$  – середня відстань від тваринницького приміщення до місця завантаження кормів, км;

$V_x$  – швидкість транспортування порожнього кормороздавача, км/год,  $V_x=30 \dots 32$  км/год.

Час заповнення кормороздавача розраховують за формулою:

$$t_3 = \frac{G_p}{Q_3}, \text{ год}, \quad (5.7)$$

де  $Q_3$  – продуктивність завантажувача, кг/год,  $Q_3=7000 \dots 16000$  кг/год.

Час завантаженого кормороздавача до місця роздавання кормів розраховують:

$$t_T = \frac{S}{V_m}, \text{ год}, \quad (5.8)$$

де  $V_m$  – швидкість транспортування завантаженого кормороздавача, км/год,  $V_m=20 \dots 30$  км/год.

Тривалість роздавання кормів визначають за формулою:

$$t_p = \frac{S_n}{V_p}, \text{ год}, \quad (5.9)$$

де  $S_n$  – довжина тваринницького приміщення, км,  $S_n=0,096$  км,

$V_p$  – швидкість переміщення кормороздавача при роздаванні корму, км/год,  $V_p=1,8 \dots 7,2$  км/год.

Необхідна продуктивність кормороздавача визначається за формулою:

$$Q_p = gV_p, \text{ кг/год}, \quad (5.10)$$

Погонну норму видачі корму розраховують за формулою:

$$g = \frac{g_b K}{b}, \text{ кг/м}, \quad (5.11)$$

де  $g_b$  – разова норма видачі на одну голову (встановлюється залежно від кормового раціону, а також кратності годівлі), кг;

$K$  – змінність годівлі одного головомісця ( $K=1$  при прив'язному способі утримання), при інших не більше  $K=2-3$ ;

$b$  – ширина фронту годівлі однієї тварини м, для дорослого поголів'я великої рогатої худоби,  $b=0,4 \dots 1,1$  м.

Загальна кількість циклів (рейсів) для годівлі всіх тварин залежить від обсягу кормів, що необхідно роздати, становить:

$$i_3 = \frac{G_{\text{раз}}}{G_p}, \quad (5.12)$$

Кількість корму для однієї голови визначається за формулою:

$$G_{\text{раз}} = m g_v, \text{ кг.} \quad (5.13)$$

де  $m$  – загальне поголів'я на фермі.

Таблиця 5.3

**Вихідні дані для розрахунку:**

Варіант	Щільність корму, $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Допустимий час роздавання кормів, $T_p$ , год	Середня відстань від тваринницького приміщення до місця завантаження кормів, $S$ , км	Разова норма видачі на одну голову, $g_v$ , кг	Загальне поголів'я на фермі, $m$	Спосіб утримання
1	400	1,5	0,08	33	200	безприв'язний
2	450	1,6	0,12	5	100	прив'язний
3	500	1,7	0,10	9	400	безприв'язний
4	200	1,8	0,20	14	600	безприв'язний
5	250	1,9	0,03	18	800	безприв'язний
6	250	2,0	0,30	30	500	безприв'язний
7	270	4,0	0,50	28	1500	безприв'язний
8	280	4,1	0,75	27	80	прив'язний
9	210	4,5	0,73	9	200	безприв'язний
10	220	5,0	0,60	6	20	прив'язний
11	250	6,0	0,50	13	1200	безприв'язний

**Запитання до самостійного виконання:**

1. Дайте визначення технології кормоприготування та поясніть її значення у структурі технологічних процесів ферми.
2. Які основні операції входять до послідовності кормоприготування у кормоцеху?
3. Охарактеризуйте класифікацію кормів за їх походженням і поживними властивостями.
4. У чому полягає різниця між грубими, соковитими та концентрованими кормами з точки зору підготовки до згодовування?
5. Які способи обробки кормів належать до механічних, теплових, хімічних, біологічних та комбінованих? Наведіть приклади.
6. Поясніть, як механізація процесів кормоприготування впливає на рівномірність кормосуміші та продуктивність тварин.
7. Які фактори визначають вибір технології кормоприготування у господарстві?
8. Поясніть роль допоміжного обладнання у забезпеченні потоковості технологічної лінії.

9. Що таке очищення кормів і які домішки вважаються найбільш небезпечними для тварин і обладнання?
10. Наведіть допустимі норми залишкової забрудненості кормів після очищення.
11. Поясніть принцип роботи магнітних сепараторів та умови ефективного очищення від феромагнітних домішок.
12. У чому полягає принцип дії каменевідокремлювачів і для яких кормів їх застосовують?
13. Опишіть будову та принцип роботи коренебульбомийок.
14. Які машини входять до складу типової лінії кормоприготування?
15. Поясніть технологічну схему підготовки грубих кормів до згодовування.
16. Поясніть технологічну схему підготовки соковитих кормів до згодовування.
17. Поясніть технологічну схему підготовки концентрованих кормів до згодовування.
18. Які вимоги ставляться до процесу дозування та змішування компонентів кормосуміші?
19. Поясніть значення транспортування готової суміші до місць годівлі тварин.
20. Обґрунтуйте значення технології кормоприготування як складової комплексної механізації ферми.
21. Які вимоги ставляться до товщини шару корму при очищенні в магнітному полі?
22. Як впливає кут нахилу скатної поверхні на ефективність очищення кормів?
23. Які переваги та недоліки магнітних сепараторів різних типів (постійні, електромагнітні)?
24. Чому важливо дотримуватися безперервності та потоковості в лінії кормоприготування?

## **Тема 6. Будова та експлуатація доїльних установок**

### **Основні вимоги та правила машинного доїння**

Ґрунтуючись на закономірностях фізіологічних явищ, що відбуваються в процесі доїння, розроблено основний технологічний документ «Правила машинного доїння», який регламентує виконання всіх технологічних операцій машинного доїння. Цей документ охоплює оцінку придатності корів до машинного доїння, технологію і організацію самого доїння, санітарну обробку і технічне обслуговування доїльного обладнання, вимоги до доїльно-молочних приміщень, гігієну обслуговуючого персоналу і правила техніки безпеки.

Основними операціями, передбаченими технологією доїння, для забезпечення стабільності процесу є перевірка технічного стану доїльної апаратури; в холодну пору року підігрівання доїльних апаратів у гарячій воді; здоювання перших струменів молока; огляд стану вимені і дійок; обмивання вимені теплою (40-45 °С) водою; обтирання його чистим рушником; масаж дійок і вимені; вмикання доїльних апаратів і одівання стаканів на дійки; контроль за ходом доїння; здійснення машинного додоювання; знімання доїльних апаратів. Повне видоювання молока повинно здійснюватися без ручного додоювання.

Під час доїння повинні забезпечуватись такі основні вимоги:

- стабільність виконання всіх технологічних операцій;
- час перебування корів на переддоїльних майданчиках не більше 20 хв;
- тривалість операцій підготовки вимені до доїння не менше 40 і не більше 60 с, власне доїння не більше 4-6 хв, а операцій машинного додоювання до 30 с;
- доїльні апарати повинні вимикатися, якщо інтенсивність молоковіддачі знизилась до 200 мл/хв;
- робота доїльних апаратів після закінчення молоковіддачі – не більше 1 хв.

Доїльна апаратура також повинна відповідати певним вимогам. Основні з них такі: пропускна здатність має перевищувати максимально можливі значення інтенсивності молоковіддачі; частота пульсацій, співвідношення тактів і вакуумний режим доїльного апарата – бути незмінним у процесі доїння або автоматично пристосовуватись до інтенсивності молоковіддачі; технічний стан дійкової гуми – відповідати безпечним умовам доїння; конструктивні рішення і параметри колектора не повинні допускати зворотних потоків молока.

Під час доїння потрібно максимально виключити можливі стреси тварин, які здатні викликати порушення стереотипу доїння, зокрема, присутність сторонніх осіб, недобррозичливе ставленням оператора до тварин тощо.

Основними факторами, що можуть гальмувати процес молоковіддачі, є незадовільний технічний стан доїльного апарата, порушення вакуумного режиму, ритму доїння, травмування дійок в разі «сухого» доїння.

Механічне пошкодження дійок тварин може відбуватися в результаті перевищення вакууму в піддійковому просторі, неправильного складання

доїльного стакана, наявності тріщин на дійковій гумі, значній тривалості доїння без молоковіддачі («сухе доїння») тощо.

Шкідливий вплив на стан вимені і здоров'я тварин від біологічних чинників здійснюється за рахунок бактеріального осіменіння слизової оболонки дійки і пошкодження ділянок поверхні вимені корови мікроорганізмами, що є на робочих органах апарата. Особливо шкідливим є процес зворотного потоку молока із доїльних стаканів в цистерни дійок («мокре доїння»), з яким заноситься значна кількість бактерій. Це спостерігається при незадовільній евакуації молока із колектора.

Хімічне пошкодження вимені корови можливе під час потрапляння на нього із доїльних апаратів хімічних препаратів, що використовуються при їх технічному обслуговуванні.

Тепловий шкідливий вплив може виникнути в результаті надмірного охолодження або нагрівання доїльного апарата перед доїнням.

Ураження корів електричним струмом під час доїння може виникнути, якщо відсутня діелектрична вставка між вакуумним насосом і вакуумметричною мережею або вона знаходиться в незадовільному стані (наприклад, значно забруднена), а також внаслідок випадкового контакту вакуумпроводу зі струмопровідними частинами технологічного чи енергетичного обладнання.

### **Класифікація доїльних апаратів.**

Основним елементом доїльної машини, що безпосередньо здійснює видоювання молока, є доїльний апарат. Для вилучення молока з цистерн вимені і дійок необхідно створити різницю тисків над і під сфінктером, достатню для його відкривання і подолання гідравлічних втрат напору. Залежно від способу створення цієї різниці тисків доїльні апарати поділяються на витискні і висмоктуючі.

Перші спроби створення механічних доїльних апаратів були спрямовані на розробку робочих органів, що імітують взаємодію дояра з дійкою під час ручного доїння, тобто витискуючого типу. Такі доїльні апарати не знайшли широкого практичного застосування в основному через складність і недосконалість конструкції. Всі сучасні доїльні апарати є висмоктувального (вакуумного) типу.

Робочими органами доїльного апарата, що здійснюють процес доїння і безпосередньо взаємодіють з твариною, є доїльні стакани. Розрізняють два типи доїльних стаканів – однокамерні і двокамерні (рис. 6.1). Нині в основному використовуються двокамерні доїльні стакани.

За принципом роботи доїльних стаканів доїльні апарати поділяються на дво- і три тактні, а також безперервного відсмоктування. Під тактом тут розуміють період часу, протягом якого залишається фізіологічно незмінна дія доїльного апарата на тварину. Період часу, протягом якого проходить чергування різнойменних тактів, називається циклом.

Є також доїльні апарати, які на всі дійки діють одночасно і такі, що взаємодіють з дійками за схемою: коли в лівих дійках здійснюється такт ссання, у правих відбувається стискання. Такі апарати називають з попарним доїнням.

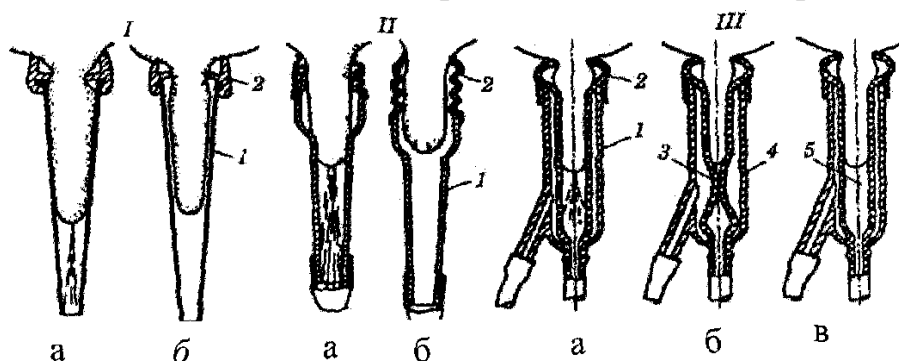


Рис. 6.1. Схеми роботи доїльних стаканів: I, II – однокамерний відповідно з незмінними і змінними розмірами присоска; III – двокамерний; а – такт ссання; б – такт відпочинку; в – такт стиску: 1 – гільза; 2 – гумовий присосок; 3 – дійкова гума; 4 – міжстінковий простір; 5 – піддійковий простір

У камерах доїльного стакану може установлюватись (рис. 6.1) атмосферний чи надлишковий тиск або ж вакуум (вакуумметричний тиск). У доїльних апаратах вакуумного типу забезпечуються комбінації, що відповідають тактам ссання, стиску і відпочинку.

Під час такту ссання (доїння) створюється вакуум у міжстінковій і піддійковій камерах доїльних стаканів. Внаслідок рівності тисків з обох боків дійкової гуми остання не діє на діжку, а за рахунок різниці тисків з обох боків сфінктера (вакуум під ним і тиск, близький до атмосферного, всередині дійки) він відкривається і молоко витікає з дійки у піддійкову камеру доїльного стакану.

При такті стиску (масажу) у міжстінковій камері встановлюється атмосферний тиск, а у піддійковій залишається вакуум. На дішкову гуму діє сила з боку міжстінкової камери, обумовлена різницею тисків. Ця сила сплющує дішкову гуму, а вона, в свою чергу, стискає діжку. Дія вакууму на діжку з боку піддійкової камери припиняється внаслідок повного сплющення дійкової гуми і відокремлення дійки від піддійкової камери. Під час такту стиску масажується діжка, поновлюється кровообіг, подразнюються рецепторні зони дійки, що стимулює рефлекс молоковіддачі.

Під час такту відпочинку в обох камерах доїльного стакану установлюється тиск, близький до атмосферного. Відсутня дія сил як на діжку, так і на дішкову гуму. Діжка відпочиває від вакууму, кровообіг в ній нормалізується.

Досліди щодо визначення діаграми тисків, які виникають у ротовій порожнині теляти під час ссання корови свідчать, що цей процес складається із таких трьох тактів – ссання, стиску і відпочинку. Трिताктний доїльний апарат найбільш наближений до фізіологічного процесу доїння і є найбезпечнішим для здоров'я тварин (навіть в разі тривалої роботи у період відсутності

молоковіддачі). Але за конструкцією цей апарат дещо складніший і має меншу пропускну здатність порівняно з іншими типами доїльних апаратів, а сам процес доїння таким апаратом триває довше.

Найпоширенішим типом доїльних апаратів є двотактний, в якому чергуються такти ссання і стиску. Таке поєднання тактів дає змогу значно спростити конструкцію і підвищити пропускну здатність за рахунок збільшення тривалості такту ссання у робочому циклі доїння. Основним недоліком даного апарата є підвищена загроза травмування дійки під час „сухого” доїння.

Доїльні апарати, що працюють за принципом постійного (безперервного) ссання, не використовуються внаслідок шкідливого впливу на здоров'я тварин, оскільки під час доїння за таким режимом різко порушується кровообіг у дійках.

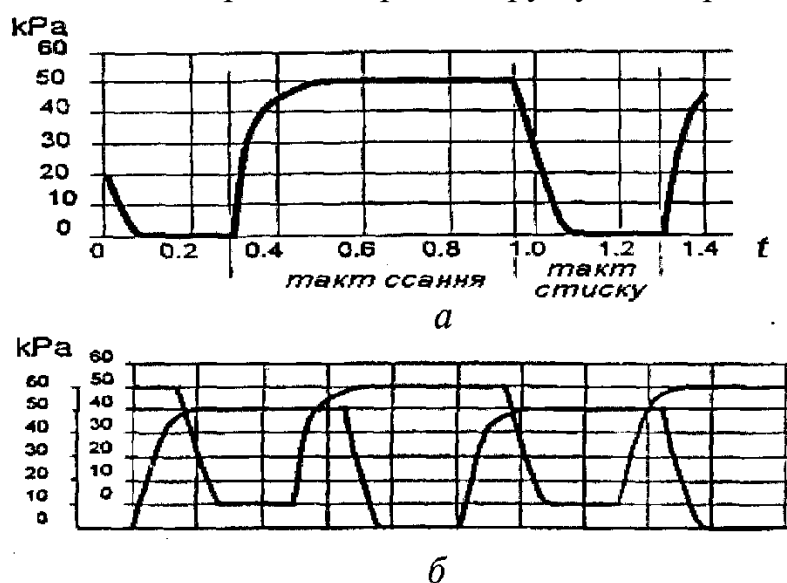


Рис. 6.2. Пульсограми доїльних апаратів з одночасною (а) та попарною (б) дією стаканів

Доїльні апарати, що діють за принципом попарного доїння, наприклад, німецьких фірм «Імпульс» та «Вестфалія», шведської «Альфа Лаваль» та інші, хоча і складніші за конструкцією, але мають суттєві переваги: пом'якшується механічна дія на вим'я, стабільніший вакуумний режим, внаслідок одночасного випуску повітря тільки в двох доїльних стаканах, а також проходить часткове розгойдування доїльного апарата, що забезпечує ефективніший масаж не лише дійок, а й вим'я.

### Основні типи доїльних установок

Залежно від технології виробництва молока та способу утримання корів існує кілька варіантів організації доїння корів: у стійлах переносними або пересувними апаратами зі збиранням молока у відро або бідони; переносними апаратами у стійлах зі збиранням молока у молокопроводи; у стаціонарних доїльних станках, обладнаних у доїльних залах або на доїльних майданчиках; у доїльних станках пересувних доїльних установок на пасовищах і літніх таборах. Згідно з цими технологіями доїння доїльні установки класифікують за такими

основними ознаками (рис.6.3): умовами експлуатації – стаціонарні і пересувні; місцем розміщення корів під час доїння – у стійлах і станках доїльної установки; станом станків під час доїння – нерухомі і рухомі (конвеєрні); способом входу і виходу корів у станки – з індивідуальними і груповими станками; взаємним розміщенням станків – радіальне, паралельне, послідовне (типу «Тандем»), під кутом (типу «Ялинка»); способом збирання молока, що надходить від доїльних апаратів – з доїнням у відра (бідони) і в молочний трубопровід (молокопровід).

Доїння корів у стійлах застосовують, якщо спосіб утримання корів прив'язаний, стійлово-пасовищний або стійлово-табірний. Доїння у стійлах передбачає збирання молока у переносні відра, а також у молокопровід, за допомогою якого воно транспортується на первинну обробку і тимчасове зберігання.

Під час доїння у стійлах відсутні операції по переміщенню тварин до місць доїння, у більшій мірі може забезпечуватись індивідуальний догляд за тваринами.

Під час доїння молока в переносні відра можливий найпростіший набір технічних засобів, але найбільші затрати праці у зв'язку з наявністю операцій щодо переміщення доїльних апаратів вздовж фронту доїння і транспортування молока до молочної.

Доїння у стійлах у молокопровід забезпечує поліпшення якості молока і підвищення продуктивності праці за рахунок відсутності ручних операцій транспортування молока. Але значна довжина молокопроводів вимагає додаткових матеріальних затрат і ускладнення технічного обслуговування.

Навантаження на одного оператора, якщо доїння проводиться у переносні відра, досягає 16–20 корів, а під час доїння у молокопровід – до 50 корів.

Технологія доїння у відра може бути рекомендована на малих фермах (фермерських господарствах), а також у випадку надлишку трудових ресурсів. Доїння у стійлах у молокопровід можна рекомендувати при потоково-цеховій системі виробництва молока.

Доїння на доїльних майданчиках і в доїльних залах найчастіше застосовують при безприв'язному способі утримання. Ця технологія може бути використана також, якщо застосовуються автоматичні прив'язі–відв'язі. Особливістю даної технології доїння є обмежене переміщення оператора машинного доїння і надходження тварин на доїння безперервним потоком або групами у рухомі або стаціонарні, групові або індивідуальні доїльні станки.

У такій технології відсутні операції переносу доїльних апаратів і транспортування молока. Раціональна організація праці і вузька спеціалізація, а при застосуванні маніпуляторів доїння і автоматизація процесу, дозволяє досягти максимальної продуктивності праці оператора при раціональному складі технологічного обладнання. У свою чергу зростають затрати на формування

однорідних технологічних груп корів і ускладнюється індивідуальний контроль за тваринами.

Доїння на доїльних майданчиках і в доїльних залах можна рекомендувати для крупних молочнотоварних комплексів з потоковою технологією виробництва молока.

Стійлово-пасовищний спосіб утримання корів у більшості випадків обумовлює недоцільні перегони тварин на доїння у стаціонарні доїльні зали чи в приміщення. При цьому неминучі знанні втрати продуктивності. У таких випадках тварин доять безпосередньо на пасовищах.

Така технологія доїння має ряд особливостей: режим випасання на багаторічних культурних пасовищах передбачає зміну місцезнаходження літнього табору; у більшості випадків літній табір важко електрифікувати від електромережі. Ці особливості вимагають застосування для доїння корів пересувних доїльних установок з автономним енергозабезпеченням.

Під час доїння корів у доїльних залах і на майданчиках тварини знаходяться у доїльних станках, які можуть бути стаціонарні чи пересувні, індивідуальні або групові. Доїльні станки обладнані доїльними апаратами та іншими засобами для контролю і керування процесом доїння та обслуговування тварин. Оператор у процесі доїння знаходиться у заглибленні і йому не потрібно згинатися, обслуговуючи тварин. Така технологія забезпечує скорочення часу проведення технологічних операцій за рахунок їх механізації і автоматизації і підвищення якості їх виконання за рахунок подальшої спеціалізації праці операторів.

Використання доїльних установок зі стаціонарними індивідуальними послідовно розміщеними станками типу «Тандем» з боковим входом забезпечує організацію індивідуального доїння, що знижує вимоги до формування однорідних груп тварин і загрозу травмування їх у процесі доїння і захворювання маститом.


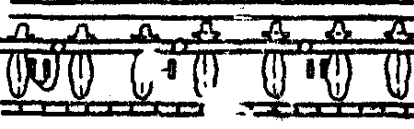
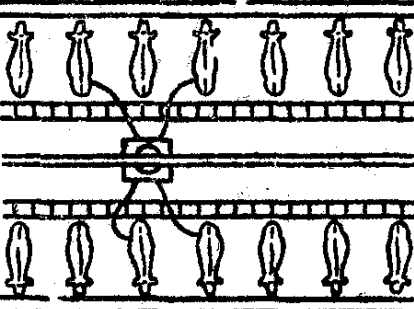
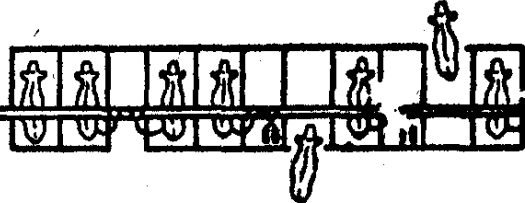
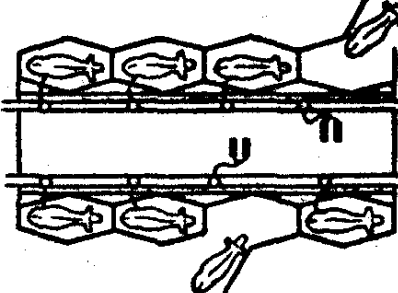
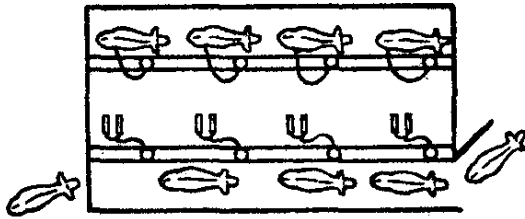
Призначення	Технологічна схема установаки	Характерні ознаки
Доїння корів у стійлах		Стационарна із збиранням молока в пересувні бідони
		Стационарна із збиранням молока в молокопробід
		Пересувна із збиранням молока в загальний молокозбірник
Доїння корів у великому залі		З паралельно-прохідними станками
		З індивідуальними станками типу „Тандем“
		З груповими прохідними станками

Рис. 6.3. Класифікація доїльних установок

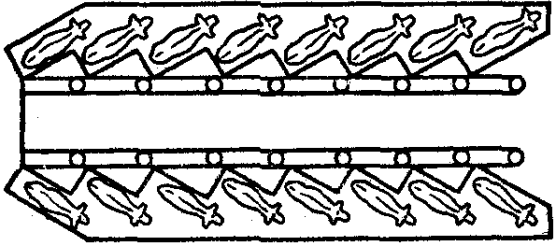
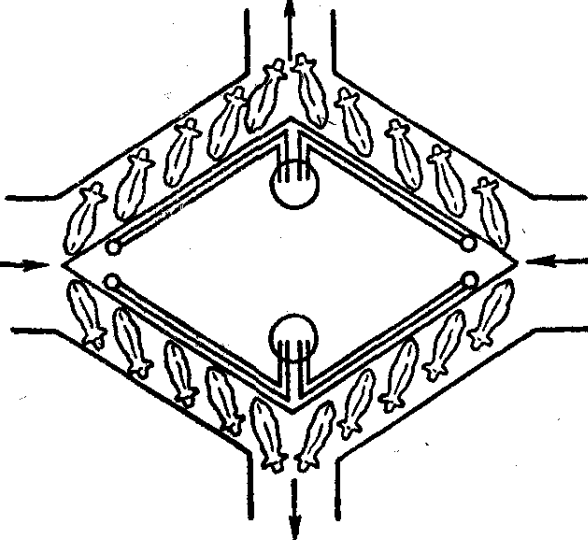
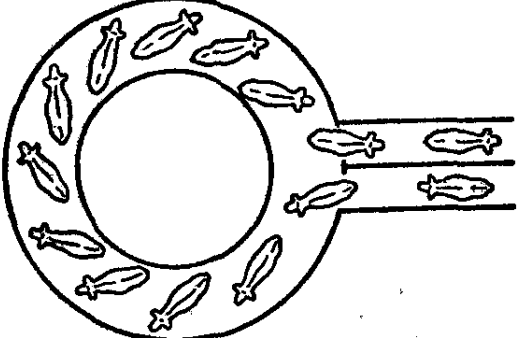
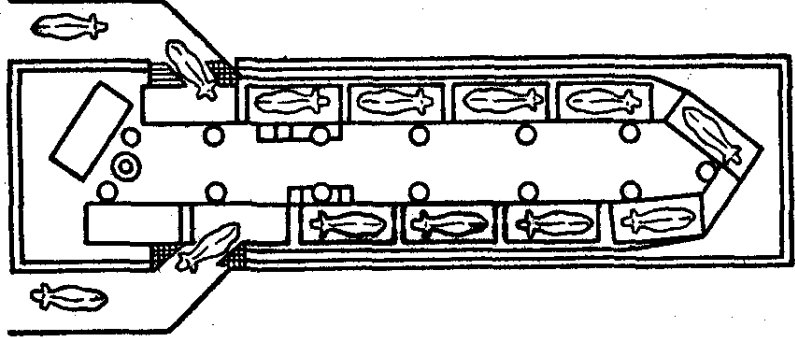
Присна- чення	Технологічна схема установки	Характерні ознаки
Доїння корів у доїльному залі.		<p>3 груповими станками типу „Ялинка”</p>
		<p>3 груповими станками типу „Ялинка” за схемою „полігон”</p>
		<p>Конвеєрна кільцева із станками типу „Ялинка”</p>
		<p>Конвеєрна із станками типу „Тандем”</p>

Рис. 6.4. Класифікація доїльних установок

Доїльні установки типу «Ялинка» відрізняються від установок типу «Тандем» тим, що вони обладнані груповими станками, розміщеними по обидва боки траншеї. Корови в станках розміщуються під кутом близько 30° до осі траншеї головами від оператора. Станки обладнані вхідними і вихідними дверми, які дозволяють впускати і випускати тварин у станок групами по 8 корів. Ця особливість накладає додаткові вимоги щодо формування однотипних груп тварин, але сприяє підвищенню продуктивності праці операторів доїння.

Доїльні установки конвеєрного типу «Карусель» являють собою кільцевий конвеєр-карусель, на платформі якого розміщені доїльні станки. На вході до конвеєра розміщене обладнання для санітарної обробки вимені.

У господарствах України експлуатують установки та агрегати для доїння корів:

- у стійлах зі збиранням молока в переносні відра (АД-100А, АД-100Б, ДАС-2Б, ДАС-2В, УДБ-100), а також із транспортуванням молока загальним молокопроводом у молочне відділення (АДМ-8А та серія установок «Брацлавчанка» – УДМ-50, УДМ-100, УДМ-200);
- у спеціалізованих залах в індивідуальних (УДТ-8, УДА-8А «Тандем-автомат») та групових (УДЕ-8А, УДА-16 «Ялинка-автомат») станках;
- на пасовищах і в літніх таборах (пересувні УДС-3А, УДС-3Б, УДЛ-12, УДП-8).

Більшість доїльних установок уніфіковані між собою, що створює певну зручність під час їх монтажу та експлуатації.

### ***Задача 1. Розрахувати витрати повітря доїльної машиною***

Розрахунок, проводиться для обґрунтування потрібної подачі вакуумного насосу, що включає визначення витрати повітря доїльними апаратами і системою вакуум-проводу.

Витрату повітря доїльними апаратами залежить від глибини вакууму, частоти пульсацій, типів апарату і місткості камер і трубок, в яких діє змінний вакуум.

Вважаємо процес розширення повітря при відкачуванні його з камер доїльних стаканів ізотермічним, приймаємо сумарну місткість цих камер для одного апарату рівною,  $V_a$ , м<sup>3</sup>. Тоді об'єм повітря  $V_h$ , м<sup>3</sup> після розширення за законом Бойля-Маріотта складає:

$$V_h = \frac{p_6 V_a}{p_h}, \text{ м}^3, \quad (6.1)$$

де  $p_6$  – барометричний (атмосферний) тиск,  $p_6=101,325$  кПа;

$V_a$  – початковий об'єм повітря в камерах при атмосферному тиску,  $V_a=0,0007$  м<sup>3</sup>;

$p_h$  – атмосферний тиск в камерах при вакуумі  $h$ , тобто після відкачування повітря, кПа.

Абсолютний тиск після відкачування дорівнює:

$$p_h = p_6 - h, \text{ кПа}, \quad (6.2)$$

Відповідно, обсяг повітря складає:

$$V_h = \frac{p_6 V_a}{p_6 - h}, \text{ м}^3, \quad (6.3)$$

Об'єм повітря, підлягаючого відкачуванню за один цикл роботи апарату, буде дорівнювати:

$$V_{\text{ц}} = V_h - V_a, \text{ м}^3, \quad (6.4)$$

Цей об'єм необхідно привести до нормальних умов, тобто, до атмосферного тиску. Тоді, приведений об'єм буде дорівнювати:

$$V_{\text{ц.прив.}} = \frac{V_{\text{ц}} p_h}{p_6}, \text{ м}^3, \quad (6.5)$$

Якщо до формули (6.5) підставити значення  $V_{\text{ц}}$  з формули (6.4) і тиск з формули (14.2), то знайдемо, що об'єм повітря, який відкачується за одну пульсацію і приведений до атмосферного тиску, складає:

$$V_{\text{ц.прив.}} = \frac{V_a h}{p_6}, \text{ м}^3, \quad (6.6)$$

З формули (6.6) випливає, що при розрахунковому вакуумі, необхідно відкачувати приблизно половину усього повітря, що знаходиться в камерах стаканів і шлангах змінного вакууму, з'єднуючих стакани, колектор і пульсатор.

Повітря, що витрачається доїльними апаратами і системою вакуум-провода. У роботах С.В. Мельникова, А.І. Завражного, В.Ф. Корольова наведено методики точного розрахунку елементами пневмосистеми доїльної установки. При наближених розрахунках потрібну витрату вакуумною системою можна визначити за формулою:

$$Q = 1,35 \nu V_a (1 + A), \text{ м}^3/\text{с}, \quad (14.7)$$

де  $1,35$  – коефіцієнт, що враховує недосконалість пульсатора і колектора, що виявляються у протіканні при переміщенні клапанів;

$\nu$  – частота пульсацій,  $\text{с}^{-1}$ ;

$V_a$  – початковий об'єм повітря в камерах при атмосферному тиску, що заключений у камерах і трубках одного доїльного апарату,  $\text{м}^3$ ;

$A$  – коефіцієнт, що враховує протікання повітря із вакуумної системи в наслідок недостатньої її герметичності.

Витрати повітря вакуумною системою визначають за дослідними даними, враховуючи підсоси, що мають у системі і виражаючи їх у відсотковому відношенні до приведеного годинної витрати. Ці витрати за експериментальними даними В.Ф. Корольова, складають: 1) втрати повітря в з'єднаннях труб та в кранах –  $\alpha_1=10$  %; 2) підсоси повітря через зазори між сосками виміні і сосковою гумою стаканів –  $\alpha_2=5$  %; 3) підсоси через доїльні стакани при невмілому надіванні їх на соски –  $\alpha_3=20$  %; 4) підсоси при випадковому спаданні шлангів з повітряних кранів вакуум-провода і обумовлене їх спадання стаканів  $\alpha_4=25$  %; 5) втрата подачі вакуумного насоса у спекотний час влітку через розрідження мастила у насосі –  $\alpha_5=20$  %; 6) втрати подачі насоса через підвищення його температури при довготривалій неперервній роботі –  $\alpha_6=20$  %.

Коефіцієнт  $A$  з формули (6.7) визначається  $A = \frac{(100 + \sum \alpha)}{100}$ .

Таким чином, сумарні втрати рівні приблизно за величиною витрати повітря апаратом. Якщо враховувати, що у процесі роботи частота пульсацій нерідко збільшується (що призводить збільшення витрати повітря апаратом) то, можливо прийняти коефіцієнт  $\alpha_n$  запасу подачі вакуумного насосу рівним 2-3.

Таблиця 6.1

#### Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Величина вакууму, $h$ , кПа	Частота пульсацій, $v$ , кПа	Барометричний (атмосферний) тиск, $p_b$ , кПа
1	51,8	60	101,325
2	51,9	61	101,324
3	52,1	62	101,323
4	52,2	63	101,322
5	52,3	64	101,321
6	52,4	65	101,320
7	52,5	61	101,319
8	52,6	62	101,318
9	52,7	63	101,317

#### Запитання до самостійного виконання:

1. У чому полягає призначення «Правил машинного доїння» та які розділи вони охоплюють?
2. Які основні технологічні операції виконують під час машинного доїння корів?
3. Які вимоги ставляться до підготовки вимені перед одяганням доїльних стаканів?
4. Які нормативи часу встановлені для підготовки вимені, доїння та машинного додоювання?
5. За якої інтенсивності молоковіддачі необхідно вимикати доїльний апарат?
6. Які вимоги висуваються до технічного стану дійкової гуми та колектора?
7. Які фактори викликають стрес у тварин під час доїння та як їх мінімізувати?
8. Які причини можуть гальмувати процес молоковіддачі під час машинного доїння?
9. Які види пошкоджень діжок можуть виникати при порушенні вакуумного режиму?
10. У чому полягає небезпека «сухого» та «мокрого» доїння для здоров'я вимені?
11. Які біологічні, хімічні, теплові та електричні чинники можуть негативно впливати на тварин під час доїння?
12. За якими ознаками класифікують доїльні апарати?
13. У чому різниця між витискними та висмоктуючими (вакуумними) доїльними апаратами?

14. Яка будова однокамерних і двокамерних доїльних стаканів та які з них використовують найчастіше?
15. Поясніть сутність тактів ссання, стиску та відпочинку у роботі доїльного стакана.
16. У чому переваги та недоліки двотактних і тритактних доїльних апаратів?
17. Що таке попарне доїння і які його переваги?
18. Як класифікують доїльні установки за умовами експлуатації та місцем розміщення корів?
19. Які особливості доїння корів у стійлах з використанням переносних відер та молокопроводу?
20. Які переваги має доїння у доїльних залах і на доїльних майданчиках при безприв'язному утриманні?
21. У чому відмінність доїльних установок типу «Тандем», «Ялинка» та «Карусель»?
22. Які доїльні установки застосовують для доїння корів на пасовищах і в літніх таборах?
23. Який порядок розрахунку витрати повітря доїльною машиною для підбору вакуумного насоса?
24. Як визначається коефіцієнт втрат і запасу подачі вакуумного насоса під час розрахунків?

## **Перелік використаних джерел**

### **Основна**

1. Вотченікова О. В., Лойко Д. П., Удовіченко О. П. Управління якістю. Київ : Магнолія, 2024. 336с.
2. Машини та обладнання для тваринництва : навчальний посібник/ Н. І. Хомик, Т.А. Довбуш, Г. Б. Цьонь. А.Д. Довбуш Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 360 с.
3. Механізація доїння і первинної обробки молока : підручник для здобувачів вищої освіти / О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська., Р. В. Скляр, І. Ю. Маніта. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2021. 401 с.
4. Носов Ю. М. Проектування технологічних процесів у тваринництві та птахівництві : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2022. 496 с.
5. Омельченко О.В., Цвіркун Л.О., Перекрест В.В. Процеси і апарати харчових виробництв : навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2023. 133 с.
6. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв : підручник / К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: Видавничий будинок «ММД», 2020. 428 с.
7. Сучасні механізовані технології в тваринництві : навчальний посібник / Р. В. Скляр, О. Г. Скляр, Б. В. Болтянський, С. В. Дереза, С. М. Григоренко. Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. 455 с.
8. Технологічне обладнання м'ясопереробних підприємств : підручник. Ч. 2 / В. В. Сарана [та ін.]. Київ : НУБіП України, 2024. 369 с.
9. Хомик Н. І., Довбуш А. Д. Олексюк В. П. Машини та обладнання для тваринництва : курс лекцій. Ч. 2. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А, 2021. 246 с.
10. Хомик Н. І., Довбуш А. Д., Олексюк В. П. Машини та обладнання для тваринництва : курс лекцій. Ч. 1. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А, 2021. 240 с.
11. Хомик Н. І., Ткаченко І. Г., Довбуш А. Д. Машини та обладнання для тваринництва : навчальний посібник до курсового проектування. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2022. 100 с.

### **Додаткова**

1. Болтянська Н. І., Скляр О. Г., Скляр Р. В. Машиновикористання техніки в тваринництві : курс лекцій. Мелітополь : ВПЦ «Люкс», 2019. 160 с.
2. Машини і обладнання для тваринництва: підручник / І. І. Ревенко, В. С. Хмельовський, О.О. Заболотько та ін. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М. 2017. 304 с.
3. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р. В. Скляр, О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська та ін. Київ : Кондор, 2019. 608 с.
4. Обладнання складів для зберігання плодоовочевої та м'ясо-молочної продукції / К. О. Самойчук, О. Г. Скляр, С. В. Кюрчев та ін. Мелітополь : Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2019. 185 с.
5. Проектування технологічних процесів у тваринництві : підручник / І. І. Ревенко, В. С. Хмельовський, О. О. Заболотько та ін. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 292 с.

6. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ребенко В. І. Машина та обладнання для тваринництва. Київ : Кондор, 2016. 731 с.

7. Скляр Р. В., Болтянська Н. І. Основи проектування тваринницьких підприємств : підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти. К. : Видавничий дім «Кондор», 2018. 380 с.

Навчальне видання

## **ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТВАРИННИЦТВІ**

Методичні рекомендації

Укладачі: **Горбенко** Олена Андріївна  
**Храмов** Микита Сергійович

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 4,5,.

Тираж 20 прим. Зам. № \_\_

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного аграрного університету

54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.