

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА  
ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением высших  
учебных заведений Республики Беларусь по образованию в области  
сельского хозяйства в качестве учебно-методического комплекса  
для студентов высших учебных заведений группы специальностей  
74 06 Агроинженерия*

**Минск 2009**

УДК 636.084.7(07)  
ББК 40.729я7  
Т 38

Авторы:

ст. преподаватель *В.М. Колончук*;  
ст. преподаватель *Н.Ю. Козловская*;  
канд. техн. наук, доц. *Д.Ф. Кольга*;  
канд. с.-х. наук, доц. *С.А. Костюкевич*;  
аспирант *М.В. Колончук*;  
канд. техн. наук, доц. *А.В. Китун*;  
канд. техн. наук, доц. *Ф.Д. Сапожников*;  
канд. техн. наук, доц. *В.С. Сыманович*

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф., Лауреат Государственной премии,  
зав. каф. механизации и электрификации животноводства  
УО «Гродненский государственный аграрный университет» *В.С. Ивашко*;  
канд. техн. наук, доц. УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия» *С.И. Козлов*;  
канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник РУП «Научно-производственный  
центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» *Э.П. Сорокин*;  
ст. преподаватель УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет» *Н.П. Жук*

Т 38 **Технические средства производства продукции животноводства /**  
**В.М. Колончук [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. – 112 с.**  
**ISBN 978-985-519-033-3**

В издании изложены вопросы технического обеспечения кормоприготовления, кормления и содержания животных, приводятся зоотехнические требования к машинам и оборудованию, используемым при доении, первичной обработке молока, навозоудалении.

Предназначено для студентов агроинженерных специальностей. Может быть использовано учащимися аграрных колледжей и слушателями системы повышения квалификации АПК.

УДК 636.084.7(07)  
ББК 40.729я7

ISBN 978-985-519-033-3

© БГАТУ, 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	4
<b>МОДУЛЬ 0</b>	
Введение .....	5
<b>МОДУЛЬ 1</b>	
Техническое обеспечение процессов кормления животных .....	12
<b>МОДУЛЬ 2</b>	
Техническое обеспечение процессов содержания животных .....	53
<b>МОДУЛЬ РЕЗЮМЕ</b>	
Технологии и технические средства .....	100

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие агропромышленного комплекса на современном этапе характеризуется внедрением достижений научно-технического прогресса и повышением эффективности производства в животноводстве.

Промышленность перейдет на выпуск технологических комплексов машин для кормопроизводства, автоматизированных доильных и холодильных установок. Расширится выпуск машин и оборудования для механизации трудоемких процессов на фермерских хозяйствах. Организуется выпуск новых машин и оборудования для консервирования кормов и обработки соломы, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции. Для решения сложных задач механизации, электрификации и автоматизации, стоящих перед агропромышленным комплексом, необходимы технически обученные высококвалифицированные специалисты, владеющие профессиональными знаниями. От уровня их инженерной подготовки во многом зависит дальнейшее развитие сельского хозяйства в целом и его животноводческой отрасли.

В УМК изложены вопросы технического обеспечения кормоприготовления, кормления и содержания животных, приводятся зоотехнические требования к машинам и оборудованию, используемым при доении, первичной обработке молока, навозоудалении и перспективы развития механизации технологических процессов.

Рассматриваются также современное состояние и перспективные направления развития механизации и автоматизации производственных процессов содержания животных и птицы, теоретические аспекты проектирования нового технологического оборудования по доению коров и первичной обработке молока.

## МОДУЛЬ 0 ВВЕДЕНИЕ

В результате изучения модуля студенты должны:

- **знать:** цели, задачи, структуру; требования к организации образовательного процесса, правила и нормы контроля при изучении дисциплины;
- **уметь:** характеризовать значение животноводческой отрасли для человечества и динамику развития ее технического обеспечения.

Учебно-методический комплекс «Технические средства производства продукции животноводства» подготовлен для студентов агроинженерных специальностей.

Учебный материал структурирован на модули, каждый из которых содержит словарь основных понятий, основной и дополнительный лекционный материал, вопросы для самоконтроля, дидактические материалы, используемые в процессе изучения модулей, материалы к лабораторным занятиям, задания для управляемой самостоятельной работы студентов, тестовые задания по уровням сложности (репродуктивному, продуктивному и творческому).

По каждому модулю в соответствии с учебным планом организуются различные формы аудиторной работы студентов (лекции, лабораторные, практические, семинарские занятия, управляемая самостоятельная работа студента).

Изучение курса идет поэтапно. Темы курса, которые не рассматриваются в полном объеме в лекциях, студент должен изучить самостоятельно, используя лекционный материал, предложенный в учебниках, учебных пособиях и учебно-методических комплексах, а также дополнительную литературу.

В ходе работы по темам студент должен выполнить определенные задания по управляемой самостоятельной работе. По каждому модулю проводится промежуточный контроль знаний. Результаты контроля оцениваются по 10-балльной шкале.

Обучение считается положительным, если студент усвоил не менее 70 % учебного материала, предложенного к изучению. Студенты, показавшие высокие результаты при изучении модулей (7–10 баллов), могут быть освобождены от зачета.

Изучение дисциплины по предлагаемому учебно-методическому комплексу направлено на формирование у студентов навыков самостоятельной и исследовательской работы, умений получать новую информацию, творчески применять полученные знания для организации технологических процессов в животноводстве.

## НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

### Основной теоретический материал

#### План лекции

1. Общее понятие о блочно-модульной системе обучения.
2. Место и значение отрасли животноводства в народном хозяйстве.
3. Общие понятия фермы, комплекса и птицефабрики.
4. Системы и способы содержания животных на молочных фермах и комплексах.

#### Общее понятие о блочно-модульной системе обучения

**Цель дисциплины:** формировать средствами данной дисциплины базовые компетенции у будущих инженеров-электриков сельскохозяйственного производства по технической эксплуатации оборудования животноводческих ферм и комплексов.

**Задачи дисциплины:** студент должен знать: устройство и принципы работы оборудования, используемого при производстве продукции животноводства; теоретические основы автоматизации и механизации производственных процессов в животноводстве.

#### Место и значение отрасли животноводства

Сельское хозяйство является одной из главных отраслей народного хозяйства. Общая земельная площадь РБ составляет около 20,0 млн га. Сельскохозяйственные угодья занимают до 10,0 млн га, из них пашня около 6,0 млн га.

На душу населения приходится почти 1,0 га сельскохозяйственных угодий. Городское население составляет 70 % и сельское – 30 %. В сельском хозяйстве занято 1,0 млн человек. Важнейшим звеном агропромышленного комплекса является животноводство. Животноводческая отрасль дает не только сырье для промышленности (шерсть, кожа и др.), но в первую очередь она дает человеку ценные продукты питания. Животноводство Беларуси имеет несколько отраслей: скотоводство, свиноводство, птицеводство. Все большее развитие получает рыбоводство, менее развиты овцеводство, коневодство, звероводство, пчеловодство. Производственно-техническая база животноводства развивается по трем направлениям:

- строительство новых и реконструкция действующих ферм небольшой мощности с целью применения новейших машин, механизмов и прогрессивных форм организации труда;

- строительство крупных животноводческих комплексов с полной механизацией и автоматизацией производства;
- развитие крестьянских и фермерских хозяйств.

### **Общие понятия фермы, комплекса и птицефабрики**

Животноводческие и птицеводческие фермы или комплексы представляют собой сельскохозяйственные специализированные предприятия, включающие основные и вспомогательные животноводческие постройки и инженерно-технические коммуникации, объединенные общим технологическим процессом, предназначенные для содержания и выращивания скота и птицы с целью производства определенного вида продукции (мяса, молока, яиц, шерсти и др.).

Характерной особенностью работы животноводческих ферм является сезонность производства соответствующей продукции. Она выражается в изменении производства в отдельные сезоны года. Устранение сезонности достигается при переводе фермы на промышленную основу.

Животноводческий комплекс – это узкоспециализированное сельскохозяйственное предприятие, предназначенное для поточного, круглогодичного и ритмичного производства высококачественной продукции на основе промышленных технологий.

В птицеводстве подобные предприятия получили название птицефабрик. По основному производственному направлению фермы и комплексы могут быть:

- товарные – по производству продукции необходимой для питания населения или сырья для промышленности;
- племенные – по селекционному совершенствованию животных и выращиванию племенного молодняка;
- репродукторные – по размножению и выращиванию молодняка ценных пород, предназначенного для поставки на другие фермы и воспроизводство скота.

Товарные фермы, в свою очередь, подразделяются на фермы с законченным производственным циклом; откормочные; молочные. Особенностью молочных ферм является то, что они, как правило, являются и репродукторными, так как продуктом их производства являются, кроме молока, еще и телята.

Птицеводческие фермы различают по биологическому виду птицы (куры, утки, гуси, индюки и т. п.); возрастным группам (цыплята, бройлеры, взрослая птица); виду продукции (мясо, яйца).

### **Системы и способы содержания животных на молочных фермах и комплексах**

На современных молочных фермах и комплексах применяют две системы содержания животных – привязная и беспривязная. Беспривязная система, в свою очередь, делится на беспривязную боксовую и беспривязную на глубокой подстилке. В летний период времени в Республике Беларусь на МТФ применяют три способа содержания: стойлово-пастбищную; стойлово-лагерную; стойлово-выгульную.

**При привязном содержании** скота доение производят в ведра или молокопровод. Если применяется автоматическая привязь, доение можно производить в доильных залах. Поение осуществляется с помощью индивидуальных поилок (АП-1А) из расчета 1 поилка на 2 головы. Кормление может осуществляться с помощью мобильных раздатчиков, которые проезжая по кормовому проходу, раздают корм в стационарные кормушки. Либо используются стационарные кормушки-раздатчики. Уборка навоза происходит при помощи скребковых транспортеров.

При **беспривязном боксовом содержании** скота для механизации технологических процессов могут применяться различные варианты. Доение происходит в доильно-молочных блоках на установках типа «Елочка», «Тандем», «Карусель». Поение осуществляется с помощью групповых автопоилок (АГК-12, АГК-4А). Кормление коров проводится с ленточного транспортера, загрузка кормов на который происходит раздатчиком (КТУ-10, РСК-12, ИСРК). Дополнительно к общему рациону коровы получают концентрированные корма во время доения. Уборка навоза: через щелевые полы навоз продавливается животными в подпольное навозохранилище, которое очищают раз в год; мобильными средствами: скреперами или дельта скреперными установками; самосплавом.

При беспривязном содержании на глубокой подстилке доение осуществляется в доильно-молочных блоках. Поение – с помощью групповых автопоилок. Кормление – на выгульно-кормовых площадках. Уборка навоза из помещения производится 1–2 раза в год, с выгульных площадок – периодически бульдозером.

Уровень механизации определяют по следующему выражению:

$$Y = \frac{m_{\text{мех}}}{m_{\text{общ}}} 100 \%,$$

где  $m_{\text{мех}}$  – количество голов скота, обслуживаемое механизмами;

$m_{\text{общ}}$  – общее число голов.

### Дополнительный материал

Для аграрного сектора нашей страны крайне негативным сказались последствия развала бывшего Союза ССР. В 1980–90 годы в него были вложены огромные капитальные вложения. Построены более 200 животноводческих комплексов по откорму КРС и свиней и более 50 птицефабрик. На Беларусь возлагались функции поставок животноводческой продукции в Москву и другие города.

После развала СССР АПК Беларуси практически полностью лишился целевых поставок 4,0 млн. т зерна, сырьевых ресурсов для производства азотных и фосфорных удобрений, большинства видов сельскохозяйственной техники, дешевого топлива и электроэнергии. Цены на машины и запчасти, топливо росли независимо от РБ. Все дорожало. Производство молока от одной коровы уменьшилось на 30 %, прирост крупного рогатого скота снизился на 40 %, свиней – на 25 %. Процесс сокращения производства животноводческой продукции сопровождался резким снижением поголовья животных. Так, промышленные комплексы по выращиванию и откорму скота оказались не загруженными лишь на 65 %. Дефицит энергоресурсов для поддержания оптимального микроклимата нарушил отработанную технологию. В результате затраты кормов на 1 ц прироста живой массы возросли. Полная энергоемкость получаемого прироста живой массы удвоилась, а затраты энергии живого труда при этом возросли в 3–4 раза по сравнению с уже достигнутым уровнем.

В свиноводстве применяют следующие схемы снабжения кормовым зерном: в сельскохозяйственных предприятиях, имеющих фермы и комплексы до 12 тыс. голов откармливаемых свиней – за счет интенсивного развития собственного зернового производства с максимальным насыщением посевов высокобелковыми зернофуражными культурами; на комплексах на 24–54 тыс. свиней – за счет собственного производства и на договорной основе с другими сельхозпредприятиями района или за его пределами; комплексах на 108 тыс. свиней – наряду с развитием собственного зернового производства, главным образом, на основе создания сырьевых зон, развития кооперации, договорных экономических связей с сельскохозяйственными предприятиями независимо от их территориального

расположения, а также путем закупок недостающих ресурсов на рынке.

Капитальное строительство животноводческих помещений, ферм, комплексов начинается с их проектирования. План проектно-изыскательских работ для строительства разрабатывается исходя из перспективного плана развития сельского хозяйства. Проектирование генерального плана комплекса (фермы) начинают с выбора земельного участка, расположение которого увязывают с перспективным планом организационно-хозяйственного устройства хозяйства, санитарно-гигиеническими и противопожарными нормами. Земельный участок для строительства комплекса или фермы необходимо выбрать на ровной или с уклоном 3–5° территории, обеспечивающей сток дождевых и талых вод, размещенной ниже строений населенного пункта, водозаборных сооружений и выше ветеринарных помещений и навозохранилищ.

Направление господствующих ветров должно быть от жилого сектора к комплексу. Расстояние жилых построек от ферм и комплексов крупного рогатого скота и свиноводческих не менее 200 м, овцеводческих – 150 м и птицеводческих – 500 м. Уровень залегания грунтовых вод желательно иметь на глубине 2–2,5 м, а прочность грунта должна отвечать требованиям возведения производственных и вспомогательных построек.

При проектировании генплана комплекса или фермы, кроме указанных условий, необходимо располагать навозохранилища с подветренной стороны от производственных зданий, а продольную ось производственных зданий – с севера на юг в центральных районах, с запада на восток в южных и северных районах. Отклонение оси зданий от направления господствующих ветров не должно превышать 30°; следует предусмотреть удобное размещение фермы относительно кормовой базы; рассчитать площадь земельного участка исходя из следующих норм: на одну корову – 200 м<sup>2</sup>, на одну свиноматку – 280 м<sup>2</sup>, на откормочную свинью – 30 м<sup>2</sup>, на одну овцу – до 20 м<sup>2</sup>. Генеральный план проектируют в масштабе 1:100; 1:200; 1:500.

При застройке одноэтажными зданиями наибольшим разрывом является противопожарный, если не возникает необходимость увеличения этих разрывов в связи с технологическими и планировочными требованиями (размещение выгулов, рельеф участка и т. д.). При застройке многоэтажными зданиями наибольшим разрывом является санитарный. Основные производственные постройки размещают на участке, как правило, параллельно друг другу в один ряд или в несколько рядов.

## МОДУЛЬ 1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

В результате изучения модуля студенты должны:

- **знать:**
  - основные и базовые понятия (характерные виды резания, критическая скорость разрушения зерна, точность дозирования, предел смешивания);
  - зоотехнические требования к машинам и оборудованию и физико-механические свойства кормов;
  - устройство, работу и основные технические характеристики машин и оборудования кормоприготовления и области их применения;
  - теоретические аспекты проектирования нового технологического оборудования по механизации процессов кормоприготовления;
  - современное состояние и перспективные направления развития механизации и автоматизации производственных процессов кормления животных;
- **уметь:**
  - рассчитывать технические и эксплуатационные параметры машин и оборудования по кормлению животных и птицы;
  - организовывать и руководить монтажными и пусконаладочными работами и настраивать оборудование на требуемые режимы работы;
  - способствовать формированию у студентов социально-личностных качеств – работать в команде и обладать способностью к межличностным коммуникациям.

### НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

#### Словарь основных понятий

**Модуль помола** – средневзвешенный размер фракций измельченных частиц.

**Измельчение** – процесс разделения твердого тела на части механическим путем.

**Помол** – результат измельчения.

Затем располагают вспомогательные постройки, источники воды, электроэнергии и их коммуникации, противопожарные водоемы, гаражи для хранения машин, пункт технического обслуживания и санитарно-защитные зоны. Размеры санитарно-защитной зоны определяются разрывами от животноводческих комплексов до жилых зон и зависят от типа и размеров комплекса.

На генеральном плане указывают позиции объектов, условные обозначения дорог и коммуникаций. На территории комплекса выделяют основную транспортную магистраль шириной 6 м, а также проезды к отдельным зданиям шириной 3,5 м. Наименьшая ширина полосы зеленых насаждений для древесных пород – 5 м, для кустарников 0,8–1,5 метров. Тип и потребность в производственных помещениях зависят от типа фермы, структуры поголовья животных и птицы и системы их содержания.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каково значение отрасли животноводства в Республике Беларусь?
2. По каким направлениям развивается производственно-техническая база животноводства?
3. Что является характерной особенностью животноводческой фермы?
4. Что является характерной особенностью животноводческого комплекса?
5. Перечислите основные производственные направления ферм и комплексов.
6. Какие системы содержания животных применяются на фермах и комплексах КРС?

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гриб, В.К. Техническое обеспечение процессов в животноводстве :учебник / В.К. Гриб [и др.]; под ред. В.К. Гриба. – Минск : Белорусская наука, 2004. – 830 с.
2. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 гг. – Минск : Белорусская нива, 2005. – № 39.

**Степень измельчения** – соотношение размера исходного материала к размеру полученных частиц.

**Модуль сита** – число, показывающее, на сколько размер ячеек одного сита отличается от другого.

**Анаэробные условия хранения** – хранение без доступа воздуха.

**Аэробные условия хранения** – хранение с доступом воздуха.

**Влажное фракционирование кормов** – разделение кормов на жом и клеточный сок.

**Дека** – отражательная поверхность, установленная внутри корпуса и охватывающая ротор с одной или двух сторон на определенной дуге окружности, повышающая эффективность процесса измельчения.

**Лезвие** – рабочая часть ножа, заточенная по двухгранному углу.

**Угол скользящего резания** – угол между силой резания и нормалью к лезвию.

**Коэффициент скользящего резания** – тангенс угла скользящего резания.

**Нормальное резание** – резание лезвием, не имеющим тангенциальной составляющей своего перемещения относительно материала.

**Наклонное резание** – резание лезвием, установленным под углом меньше угла трения.

**Скользящее резание** – резание лезвием, имеющим тангенциальную относительно материала составляющую своего перемещения.

**Нож с прямым лезвием** – нож, установленный в дисковых соломосилосорезках по радиусу и с определенным вылетом относительно центра вращения.

**Криволинейный нож** – нож с лезвием, выполненным по спирали Архимеда.

## Основной теоретический материал

### План лекции «Техническое обеспечение процессов кормления животных»

1. Механизация процессов консервирования кормов.
2. Механизация измельчения зерновых и грубых кормов и конеклубнеплодов.
3. Механизация влаготепловой обработки кормов.
4. Механизация дозирования и смешивания кормов.
5. Механизация раздачи кормов

## Механизация процессов консервирования кормов

Консервируют корма сушкой травы на сено, заготовкой сенажа и силоса, химическим консервированием, производством витаминной травяной муки и влажным фракционированием. В технологическом процессе заготовки и хранения сена, прессованного или рассыпного, можно выделить четыре основных этапа: скашивание, транспортирование, скирдование и хранение. Расход воздуха, отнесенный к 1 кг сена кондиционной влажности,

$$Q = k \frac{B}{(d_{\max} - d)t} \text{ кг/кг}\cdot\text{ч},$$

где  $d_{\max}$  – влагопитательная способность воздуха, определяется по таблицам в зависимости от его температуры;

$d$  – влагосодержание окружающего воздуха, кг/кг;

$t$  – продолжительность продувания, ч;

$k$  – коэффициент, учитывающий потери воздуха ( $k = 1,1$ ).

На всю скирду необходим расход воздуха  $Q_c$ :

$$Q_c = P_k Q \text{ кг/ч},$$

где  $P_k$  – масса скирды.

Исходя из этого общего расхода подбирается необходимое количество вентиляторов требуемой марки.

В технологическом процессе заготовки и хранения сенажа зеленую массу скашивают, ворошат, сгребают и доставляют к траншее, а затем разравнивают и утрамбовывают в наземных, полузаглубленных и заглубленных траншеях. Сенаж защищают от доступа воздуха во время его закладки, хранения и при выгрузке для скармливания.

Для заготовки силоса зеленую массу скашивают с одновременным измельчением и погрузкой в транспортные средства самоходными кормоуборочными комбайнами. Трамбовку сырья производят гусеничные тракторы, оборудованные бульдозерами (при недостаточном уплотнении из-за усадки у стен образуются щели, в которые попадают воздух и вода, вызывая порчу силоса). Ежедневно в траншею закладывают слой 0,7–0,8 м уплотненной массы. После заполнения хранилища силос, как и сенаж, укрывают пленкой, посыпают известью, насыпают сверху землю или торф слоем 20–25 см. Боковые стенки имеют наклон к вертикали не более 20–25° для лучшего уплотнения массы у стен. Снаружи стенки обволакиваются землей (наземные и полузаглубленные хранилища) во избежание промерзания

силоса. Все траншеи оборудуются сокоборниками, которые сверху закрываются решетками и соединяются с колодцами, расположенными вне траншеи. Использование химических консервантов (пиросульфат натрия, бензойная, муравьиная, пропионовая, уксусная кислоты) позволяет сократить потери питательных веществ до 5,8 % и получить силос высокого качества даже из трудносилосуемых культур. Консервант вносят в поле при уборке и измельчении, на весовой и непосредственно при закладке в хранилище. В первом случае обеспечивается более равномерное перемешивание консерванта с силосуемой массой, во втором и третьем – лучшие условия труда для обслуживающего персонала, поскольку все консерванты имеют резкий запах и вредны для здоровья.

Витаминную травяную муку изготавливают сушкой в агрегатах типа АВМ-0,65 скошенной и измельченной травы. Температура сушильного агента у входа в сушильный барабан устанавливается при начальной влажности меньше 75 % для смеси зерновых культур – 500–700, клевера – 650–700, люцерны – 400–600 °С. С увеличением влажности температура может быть повышена до 950 °С.

Влажное фракционирование кормов производится отжатием измельченной травы или картофеля шнековым прессом. Жом после выхода из пресса разрыхляется ИСК-3 и поступает на сушку в агрегаты витаминной травяной муки АВМ-0,65, АВМ-1,5. Клеточный сок дозированно подается в теплообменник и затем в коагулятор. По мере нагревания до заданной температуры сок самотеком поступает на фильтрующий транспортер. Коагулят в виде рыхлого сгустка оседает на фильтровальной ткани, а коричневый сок стекает в поддон. Сок перерабатывается аналогично соку зеленых растений.

### **Механизация измельчения зерновых, грубых кормов и корнеклубнеплодов**

Измельчение кормов играет важную роль в усвоении питательных веществ организмом животного. Второй целью измельчения является уменьшение энергии животных на разжевывание. Измельчение кормовых материалов может осуществляться разбиванием свободным ударом, растиранием, плющением или раздавливанием, резанием, скалыванием или крошением. Процесс тонкого измельчения зерновых кормов точнее описывает поверхностная теория (работа измельчения прямо пропорциональна вновь образованной поверхности). Процесс грубого измельчения точнее описывает объемная теория (работа измельчения прямо пропорциональна объему деформирован-

ной части тела). Поскольку при измельчении могут получаться крупные и мелкие частицы, то общую работу измельчения рассматривают как сумму работ на образование новых поверхностей и деформацию части объема тела  $A = A_S + A_V = \alpha \Delta S_{\text{об}} + k \Delta V$ . При малых значениях отношений массы зерна и молотка мало энергии затрачивается на деформацию и большая часть остается в виде свободной энергии молотка.

При измельчении грубых кормов (соломы и сена) размер резки должен быть для КРС 40–50 мм, лошадей – 30–40 мм, овец – 20–30 мм. Если грубые корма используются в составе кормовых смесей, то длину резки уменьшают до 5–10 мм. При производстве травяной и сеной муки высушенную массу для свиней и птицы измельчают до размеров частиц 1 мм. Грубые корма измельчают дисковыми или барабанными соломосилосорезками. Процесс резания начинается при достижении силой сжатия какой-то критической величины, превышающей сопротивление материала разрушению. Критическая сила зависит от физико-механических свойств обрабатываемого материала и параметров лезвия. Наиболее рациональный вид резания – скользящее резание. Скользящее резание осуществляется лезвием, имеющим скос, превышающим угол трения или лезвием, имеющим тангенциальную относительно материала составляющую своего перемещения. Надежное защемление материала обеспечивают рациональные углы раствора между лезвием ножа и рабочей кромкой противорежущей пластины, не превышающие удвоенного значения угла трения. Меньшая удельная работа резания свойственна криволинейным ножам. Горловину располагают по центру барабана. Если расположить горловину выше оси, то нож при внедрении в слой будет отталкивать его от барабана. Если расположить горловину ниже оси барабана, то ножи будут вытаскивать слой из обжимающих валков. И в том и другом случаях возникают дополнительные силы, увеличивающие затраты энергии и не обеспечивающие одинаковую длину резки. В барабанных ножевых аппаратах происходит наклонное резание.

Корнеклубнеплоды перед измельчением моют. Никакая машина не может на 100 % отделить землю, поэтому оценивают остаточную загрязненность:

$$\delta_0 = \frac{\Delta P_0}{P_e + \Delta P_0},$$

где  $\Delta P_0$  – масса оставшихся после мойки загрязнений в порции корнеклубнеплодов;

$P_k$  – масса чистых корнеклубнеплодов.

Центробежные мойки перемешивают и перетирают корнеклубнеплоды с одновременным обмыванием под душем. Движение корнеклубнеплодов сообщается диском, на котором они помещены, а тормозящее действие они испытывают со стороны неподвижной стенки моечной камеры. Шнековые мойки одновременно с отмыванием корнеклубнеплодов транспортируют их. Для уменьшения частоты вращения вертикального шнека необходимо, чтобы коэффициент трения материала о витки был минимальным, а о кожух – максимальным.

Режут корнеклубнеплоды ножами с плоским (стружка в виде ломтей), гребенчатым или совочкообразным лезвием. Гребенчатый нож делает рваную стружку и требует большего усилия резания, чем плоский нож. Такие ломти используют для молодняка КРС и сушки. Совочкообразные ножи срезают стружку полуовального сечения. Их сложнее затачивать. Ножи изготавливают из инструментальной стали У9 или марганцовистой 65Г и 70Г. Угол заточки прямого ножа равен 18–25°. Толщина лезвия не должна превышать 0,1 мм. Рабочую часть ножа подвергают закалке на ширину 20–25 мм.

Общее усилие резания измельчителями корнеклубнеплодов определяются тремя компонентами: постоянным сопротивлением и сопротивлениями, зависящими от ширины и толщины срезаемой стружки и от скорости резания. Первое – это сопротивление резанию, зависящее от свойств корма и параметров резца, второе – это усилие на деформацию стружки и третье – это усилие на сообщение стружке определенной скорости при ее отбрасывании. Наибольшее значение имеет вторая составляющая, наименьшее – третья.

Мощность центробежной корнерезки складывается из мощности, необходимой непосредственно на процесс резания ( $N_p$ ), мощности на подачу корнеклубнеплодов к ножам резки ( $N_n$ ) и мощности на преодоление трения корнеклубнеплодов о стенки камеры резания ( $N_{тр}$ ):

$$N = N_p + N_n + N_{тр}.$$

### Механизация влаготепловой обработки

Технологические схемы, по которым осуществляется тепловая обработка кормов, могут быть самыми разнообразными и зависят

как от назначения агрегата, так и от зоотехнических требований на конечный вид продукта. Наиболее распространенные схемы: для картофеля – мойка → запаривание → мятые → охлаждение → смешивание; для грубых кормов – измельчение → добавление химер-активов → запаривание → выдержка → смешивание с другими компонентами; для кормовых смесей – измельчение → запаривание. Продолжительность нагревания клубней зависит от их теплофизических характеристик, начальной и конечной температур клубня. Непрерывный процесс запаривания отличается тем, что готовый картофель непрерывно выгружается из чана, а на его место поступают новые порции картофеля. Скорость фронта распространения пара, выходящего из парового насадка, должна быть равна скорости продвижения клубней.

### Механизация дозирования и смешивания кормов

На точность дозирования в первую очередь влияют физико-механические свойства кормов. Точность дозирования любым типом дозаторов ограничивается технологическим допуском

$$\Delta_T = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{ср}}},$$

где  $Q_{\max}$ ,  $Q_{\min}$ ,  $Q_{\text{ср}}$  – максимальный, минимальный и средний расход (производительность) дозатора, кг/с или м<sup>3</sup>/с, (при работе на одну и ту же установленную дозу).

Для различных материалов технологический допуск различен. Например, при дозировании стебельчатых кормов он может быть принят  $\Delta_T = 0,1$ . Оценочным показателем относительной погрешности служит коэффициент вариации. В кормоприготовлении относительная погрешность дозирования (коэффициент вариации) обычно ограничивается при дозировании по объему 10–12 %, при дозировании по массе 1–3 %. В комбикормовой промышленности допустимую погрешность устанавливают в зависимости от доли ингредиента, входящего в смесь. Так, при доле 30 % и более, погрешность  $v \leq 1,5$  %, при 10–30 %  $v \leq 1,0$  %, при доле менее 10 %  $v = \pm 0,5$  %. При дозировании минеральных добавок  $v = \pm 0,1$  %, микроэлементов  $v = \pm 0,01$  %.

Качественную оценку процесса смешивания делают по степени однородности полученной смеси. Степень неоднородности смеси оценивают коэффициентом вариации. Добиться идеального смешивания практически невозможно. Тем более что в процессе смешива-

ния происходит одновременно и сепарация. Существует определенный предел однородности смешивания. Допустимые пределы коэффициента вариации смеси для поросят в возрасте 4-х месяцев  $v < 7\%$ , свиней старше 4-х месяцев  $v < 10-15\%$ , для птицы  $v < 10\%$ , для КРС  $v < 12-16\%$ .

### Механизация раздачи кормов

Выбор раздатчика предопределяется видом корма и способом содержания животных. Большинство выпускаемых раздатчиков предназначено для одного вида и консистенции корма: грубых, концентрированных, сочных, влажных мешанок, влажных рассыпных или жидких кормосмесей. Встречаются и универсальные раздатчики. С зоотехнической и экономической точек зрения такие раздатчики наиболее целесообразны. Однако они сложны по устройству, малопроизводительны и поэтому требуют больших затрат труда. Ко всем типам раздатчиков предъявляются определенные требования. Например, равномерность выдачи корма на фермах КРС не должна отклоняться от установленной нормы более чем на  $\pm 15\%$  по объемистым кормам и  $\pm 5\%$  – по концентрированным.

Максимальные потери корма не должны превышать 1% от розданного количества. На свинофермах при раздаче корма в индивидуальные кормушки раздатчик должен иметь возможность варьировать норму выдачи от 0,5 до 5 кг, а при раздаче в групповые – распределять ровным слоем по длине кормушки от 1,5 до 15 кг на 1 погонный метр. Неравномерность раздачи не должна превышать  $\pm 10\%$  при дозировании в индивидуальные кормушки и  $\pm 5\%$  – в групповые. Потери корма при раздаче не допускаются. На птицефермах заполнение кормушек не должно превышать 1/3–1/4 их высоты во избежание потерь корма при поедании его птицей.

Применение мобильных раздатчиков на тракторной тяге требует устройства утепленных тамбуров или устройства воздушных завес возле въездных дверей производственных помещений, чтобы холодный воздух не попадал в помещение для скота во время заезда и выезда кормораздатчика. Для таких раздатчиков требуются кормовые проходы шириной от 1,4 до 2,2 м в зависимости от типа кормораздатчика, подъемной дуги молокопровода для проезда раздатчика, твердого покрытия дорог. Электрифицированные кормораздатчики (на рельсах) требуют грузочного средства в тамбуре или в производственном помещении. Стационарные кормораздатчики не требуют для своего размещения кормового прохода, поскольку в одном

случае они совмещаются с кормушками (ТБК-80), в другом – размещаются над кормушками (тросошайбовые, гидравлические).

Количество стационарных кормораздатчиков определяется только планировочным решением помещения из расчета один раздатчик на два ряда кормушек (чаще спаренных), за исключением раздатчиков внутри кормушек (ТБК-80), которые обычно предназначены для одного ряда животных.

Чтобы не вызвать стресса у животных (одному животному корм дали, другому еще нет), зоотехники устанавливают максимально допустимую продолжительность раздачи  $T_{\text{зоот}}$ . Обычно это время не должно превышать двух часов.

Чтобы удовлетворить таким зоотребованиям, определяют потребное количество раздатчиков. В любом случае на ферме должно быть не менее двух раздатчиков с учетом возможных неисправностей. Трубопроводный транспорт применяется при доставке жидких кормов (влажность не менее 78–80%) из кормоцеха в свинарники.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

### Механизация процессов консервирования кормов

Годовое количество силоса на одну голову определяют по формуле:

$$Q_{\text{год}} = 0,001q_c n T,$$

где  $q_c$  – суточная норма потребления силоса на одну голову, кг;

$n$  – число дней кормления силосом животных в году.

Объем силосохранилища:

$$V = k_3 \frac{Q_{\text{аіа}} m}{\rho} \text{ м}^3,$$

где  $m$  – количество животных на ферме;

$\rho$  – плотность силоса (0,6–0,8 т/м<sup>3</sup>);

$k_3$  – коэффициент запаса, учитывающий потери силоса от порчи при хранении (для башен  $k_3 = 1,12-1,15$ ; для траншей  $k_3 = 1,15-1,25$ ).

### Механизация измельчения зерновых и грубых кормов и корнеклубнеплодов

Измельчение предусматривает разделение твердого тела на части. При этом образуются новые поверхности. Общая поверхность кубической частицы с размером ребра  $L$  составляет  $S = 6L^2$ . Если эту частицу измельчить таким образом, что получится  $n^3$  одинаковых кубиков, тогда длина ребра каждого из них составит  $l = L/\sqrt[3]{n}$ .

Площадь поверхности каждого кубика будет  $S = 6l^2 = \frac{6L^2}{(\sqrt[3]{n})^2}$ , а

всех  $n$  кубиков  $\sum S = Sn = \frac{6L^2}{(\sqrt[3]{n})^2} = 6L^2\sqrt[3]{n}$ . Сравнивая площадь кубика до дробления с суммарной площадью кубиков после дробления, можно написать

$$\sum S = S\sqrt[3]{n} = \frac{L}{l}S,$$

т. е. на сколько частей будет разделено ребро кубика, во столько же раз возрастет суммарная поверхность частиц.

Оценку развитости поверхности сыпучих материалов производят величиной удельной поверхности – отношением суммарной поверхности всех частиц к их массе или объему. Например, для куба

$$S_{уд} = \frac{6L^2}{L^3} = \frac{6}{L}, \text{ м}^{-1}.$$

Для оценки затрат энергии, необходимой для перевода частиц от исходной крупности к заданной, применяют показатель степень измельчения, которая представляет собой отношение среднего размера частиц до измельчения ( $L$  или  $D$ ) к среднему размеру частиц после измельчения ( $l$  или  $d$ ):

$$\lambda = \frac{L}{l} = \frac{D}{d}.$$

Степень измельчения выражают также через удельную поверхность частиц:

$$\Delta S_{уд} = s_{уд} - S_{уд}.$$

Между молотком и частицей происходит неупругий прямой центральный удар. Этот процесс описывает система уравнений:

$$i = M(\vartheta_i - \vartheta_{\hat{e}});$$

$$i = m\vartheta_{\hat{e}}; A_0 = \frac{M\vartheta_i^2}{2};$$

$$A_i = \frac{M\vartheta_k^2}{2};$$

$$A_r = \frac{M\vartheta_k^2}{2};$$

$$A_0 = A_m + A_r + A_{\text{деф}},$$

где  $M$  – масса молотка, кг;

$\vartheta_m$  и  $\vartheta_k$  – скорость молотка до и после удара, м/с;

$m$  – масса частицы, кг;

$\vartheta_k$  – скорость частицы после удара, равная скорости молотка после удара, м/с.

Из системы уравнений следует, что

$$A_{\text{аао}} = \frac{m\vartheta_i^2}{2} \text{ и } A_{\text{иё}} = A_{\text{аао}} + A_r = \frac{m\vartheta_k^2}{2} + \frac{m\vartheta_k^2}{2} = m\vartheta_k^2.$$

Исходными данными для расчета дробилок являются производительность, степень измельчения, физико-механические свойства измельчаемого материала. Диаметр пальца для подвески молотка определяют из условия его прочности (18–20 см). Количество молотков определяется из условия, чтобы все молотковое поле по ширине дробильной камеры перекрывалось молотками.

Располагаются молотки по винтовой линии или рядами в шахматном порядке. Мощность на привод молотковой дробилки определяется как сумма составляющих мощности на измельчение материала ( $N_{\text{изм}}$ ), мощности на циркуляцию материала и воздуха ( $N_{\text{ц}}$ ), мощности холостого хода ( $N_{\text{хх}}$ ):

$$N = N_{\text{изм}} + N_{\text{ц}} + N_{\text{хх}}.$$

При резании стебельчатых кормов силу сжатия ножа, способную возбудить процесс резания, называют критической силой  $P_{\text{кр}}$  и ее можно определить из выражения:

$$P_{\text{кр}} = P_{\text{рез}} + T_1 + T_2 \cos \gamma,$$

где  $P_{\text{рез}}$  – сопротивление резанию лезвием, Н;

$T_1$  – сила трения, обусловленная действием бокового давления, возникающего при внедрении клина в перерезаемый слой, Н;  $T_1 = fP_{обж}$ ,

$f$  – коэффициент трения лезвия по материалу;

$T_2$  – сила трения на фаске ножа, обусловленная давлением со стороны сдвигаемого материала, Н;

$\gamma$  – угол заточки ножа, град.

Из трех слагаемых наибольшую величину имеет сила резания:

$$P_{рез} = \delta \Delta s \sigma_p,$$

где  $\delta$  – толщина кромки лезвия, м;

$\Delta s$  – длина активной части лезвия, м;

$\sigma_p$  – нормальное контактное разрушающее напряжение разрезаемого слоя, Па.

Критическая сила зависит от физико-механических свойств обрабатываемого материала  $[f, \sigma_p]$  и параметров лезвия  $[\delta, \Delta s]$ . Для обеспечения нормальной работы режущего аппарата, работающего по принципу ножниц с минимальным расходом удельной энергии, необходимо, чтобы материал должен надежно защемляться режущей парой. Полное защемление наступит при условии:

$$\chi \leq 2\varphi_{min},$$

где  $\varphi_{min}$  – наименьший из углов  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ .

Другие требования в различной степени удовлетворяют конструктивными элементами режущей пары: формой ножа, размерами горловины, расстоянием центра вращения ножа до противорежущей пластины, расстоянием от оси вращения до горловины, вылетом ножа в измельчителях с прямолинейным лезвием. Нож с прямым лезвием может быть установлен в дисковых соломосилосорезках по радиусу и с определенным вылетом относительно центра вращения. В первом случае материал будет резаться рубкой. Все недостатки, свойственные прямому ножу, можно устранить, применив нож с криволинейным лезвием по спирали Архимеда. Достоинства барабанных измельчителей: равномерность нагрузки на вал. Недостатки: ограниченная производительность из-за необходимости подавать материал тонким слоем, наличие осевой нагрузки, трудность изготовления и заточки спиральных ножей.

Для того чтобы корнеклубнеплоды переместились по моечному диску центробежной мойки к его периферии необходимо, чтобы частота вращения диска определялась по формуле:

$$\omega \geq \frac{30}{\pi n} \sqrt{\frac{gf}{r}}, \text{ мин}^{-1},$$

где  $f$  – коэффициент трения корнеклубнеплодов по стали;

$r$  – радиус начала движения продукта, м.

Измельчители корнеклубнеплодов должны иметь производительность, обеспечивающую измельчение корнеклубнеплодов на одно кормление за 1–2 часа. Перемещение частицы вверх в вертикальном шнеке будет осуществляться в том случае (она не будет вращаться вместе с витком), если сила трения о кожух будет больше суммы сил, препятствующих ей:

$$\omega \geq \sqrt{\frac{g(f \cos \alpha + \sin \alpha)}{f_1 R}}.$$

Как видно из неравенства, для уменьшения частоты вращения вертикального шнека необходимо, чтобы коэффициент трения материала о витки был минимальным, а о кожух – максимальным.

Общее усилие резания рабочим органом корнеклубнеплодорезки определяют по формуле:

$$P = P_0 + kbh + Ebh g^2,$$

где  $P_0$  – некоторое постоянное сопротивление;

$k, E$  – коэффициенты пропорциональности;

$b$  и  $h$  – ширина и толщина срезаемой стружки;

$g$  – скорость резания.

### Механизация влаготепловой обработки кормов

При запаривании картофеля количество воды, которое нужно добавить к картофелю, чтобы увлажнять корм перед запариванием от влажности  $W_0$  до  $W_k$ ,

$$P_g = \frac{P_c [W_k (1 - W_0) - W_0 (1 - W_k)]}{(1 - W_0)(1 - W_k)}, \text{ кг}$$

где  $P_c$  – содержание сухого вещества в смачиваемом корме:

$$P_c = Q(1 - W_0), \text{ кг}$$

где  $Q$  – количество обрабатываемого корма, кг.

Готовность массы картофеля определяется по готовности самого удаленного от места пуска пара клубня.

Общее количество тепла на запаривание:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

где  $W_1$  – количество тепла на нагрев продукта до температуры готовности;

$W_2$  – количество тепла на нагрев стенок чана;

$W_3$  – количество потерь тепла через стенки чана;

$W_4$  – количество тепла, уходящее с конденсатом.

Паровые насадки могут изготавливаться плоскостными, линейными и точечными. Плоскостные обеспечивают выпуск пара в чан по всей площади его поперечного сечения (фронт распространения – плоскость), линейные обеспечивают выпуск пара от линии равномерно во все стороны на всей длине трубы (фронт распространения – цилиндр), точечные обеспечивают выпуск пара из точки (торец трубы) (фронт распространения – сфера). Каждый тип парового насадка имеет свое преимущественное и целесообразное применение. Плоскостной – в агрегатах непрерывного действия, и линейный – в цилиндрических чанах периодического действия с установкой по оси цилиндра на всю его длину, точечный – в больших емкостях периодического действия, имеющих произвольную форму. При любых типах насадок отверстия в них (кроме точечных) должны располагаться равномерно, а их общая площадь должна быть не меньше диаметра парового насадка. Во избежание излишних гидравлических потерь при движении пара по трубам, его скорость не должна превышать  $g_{II} = 25\text{--}30$  м/с.

### Механизация дозирования и смешивания кормов

Оценочным показателем относительной погрешности дозирования служит коэффициент вариации:

$$v = \frac{100}{\bar{Q}} \sqrt{\frac{\sum_1^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}}, \%$$

где  $\bar{Q}$  – средний из  $n$  измерений расход.

Расход барабанных дозаторов регулируется изменением частоты вращения барабана, реже – изменением длины барабана или объема желобов. Производительность ленточных дозаторов можно регули-

ровать изменением скорости ленты или положения шиберной задвижки. Производительность шнековых дозаторов можно регулировать частотой вращения шнека и степенью его заполнения. Производительность тарельчатого дозатора можно регулировать вертикальным изменением высоты слоя, перемещением скребка и изменением частоты вращения тарелки.

Качество смешивания корма зависит от продолжительности смешивания. Горизонтальный шнековый смеситель одновременно со смешиванием производит транспортирование. Поэтому качество смешивания в нем можно регулировать шагом (углом подъема винтовой линии) и длиной (1,5–2,0 м). Производительность вертикальных шнековых смесителей определяется емкостью бункера и продолжительностью смешивания.

С целью улучшения транспортабельности, снижения стоимости перевозок и хранения, а также лучшей сохранности питательных веществ и витаминов корма уплотняют или прессуют (сжатием, скручиванием, вибротряской, экструзией, окатыванием). Основным способом уплотнения является сжатие, осуществляемое путем гранулирования и брикетирования. В зависимости от требуемой плотности стебельчатые корма могут быть спрессованы в тюки (плотность 120–160 кг/м<sup>3</sup>) или брикеты (плотность 600–900 кг/м<sup>3</sup>). Комбикорма и травяная мука прессуются в гранулы плотностью 1200–1300 кг/м<sup>3</sup>. Прессуют корма без связующих добавок при малых давлениях (15–20 МПа); без связующих добавок при высоких давлениях (30–35 МПа); со связующими добавками при малых давлениях (5–10 МПа).

Формирующие прессы – образуют гранулы двумя вращающимися навстречу друг другу ячеистыми вальцами (гранулы непрочные). Рабочим органом шестеренчатых прессов служит пара зубчатых колес со сквозными радиальными отверстиями, находящихся в зацеплении и вращающихся навстречу друг другу. Шнековые прессы применяют главным образом для гранулирования влажного исходного сырья. В прессах с вращающимися матрицами материал продавливается прессующими вальцами (активными или пассивными).

Для брикетирования кормов применяют следующие типы прессов: штемпельные с закрытой и открытой камерами, вальцовые, кольцевые, шнековые и мундштучные.

### Механизация раздачи кормов

Каждая составляющая уравнения неразрывности потока при раздаче кормов представляет собой производительность рабочего органа раздатчика.

Количество корма, которое необходимо выдать группе животных (или в одном помещении, или на ферме):

$$G = qm,$$

где  $q$  – норма выдачи корма животному на одно кормление, кг;  
 $m$  – количество животных.

При раздаче корма в групповые кормушки корм должен быть распределен равномерно по длине кормушки. Тогда удельная норма выдачи на единицу длины кормушки:

$$q_{уд} = \frac{G}{L} = \frac{G}{lm} = \frac{q}{l},$$

где  $L$  – длина кормушек, м;

$l$  – фронт кормления на одно животное, м/гол.

Уравнение неразрывности для потока можно записать

$$F_1 \vartheta_1 c = F_2 \vartheta_2 c = \dots = F_i \vartheta_i c = q_{6a} \vartheta_i,$$

где  $F_i$  – толщина слоя корма;

$\vartheta_i$  – скорость перемещения слоя корма;

$\rho$  – плотность корма.

Производительность мобильного тракторного кормораздатчика на раздаче:

$$Q_{разд} = \frac{G}{T_{разд}} = \frac{qm \vartheta_k}{lm} = q_{уд} \vartheta_k.$$

Но чтобы корм раздать, за ним надо съездить, погрузить, привезти и т. д. Тогда фактическая производительность раздатчика получится значительно меньшей:

$$Q_{ф} = \frac{G}{T_{ц}},$$

где  $T_{ц}$  – время цикла:

$$T_{ц} = T_{разд} + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7,$$

где  $T_{разд}$  – время, затраченное непосредственно на раздачу;

$T_1$  – время переезда от места содержания животных к месту загрузки;

$T_2$  – время загрузки;

$T_3$  – продолжительность транспортирования корма от места загрузки к месту раздачи;

$T_4$  – время простоев по технологическим причинам;

$T_5$  – время на техническое обслуживание;

$T_6$  – время на ремонт машины;

$T_7$  – продолжительность переезда от одной линии раздачи к другой, если емкость кузова позволяет обеспечить раздачу в нескольких линиях.

Суммарные потери напора при трубопроводном транспортировании кормов складываются из потерь на прямолинейном участке  $\Delta h_1$ , потерь в местных сопротивлениях  $\Delta h_m$  и потерь от разности высот (геодезических)  $\Delta h_r$ :

$$\Delta h_c = \Delta h_1 + \Delta h_m + \Delta h_r.$$

Рабочее давление, развиваемое насосом или создаваемое в продувочном котле, должно быть больше суммарных потерь напора  $P_{раб} \geq \Delta h_c$ . Оборудование, используемое для транспортирования кормов по трубам, рассчитано на давление не более  $P_{раб} = 0,6$  МПа.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какова должна быть конечная влажность сена при хранении?
2. Каким методом можно ускорить сушку сена?
3. Почему внутриклеточная влага при сенажировании недоступна для большинства бактерий?
4. Что является основным фактором сохранности сенажа?
5. Какой показатель характеризует правильность закладки трав на сенаж?
6. Каково время загрузки сенажных траншей?
7. Какие корма добавляют при силосовании трудносилосуемых и несилосуемых трав?
8. Какими бывают траншеи для хранения сенажа и силоса?
9. Какова максимальная длина резки при закладке сенажа?
10. Какова максимальная длина резки при закладке силоса?

11. С какой целью боковые стенки траншей для хранения силоса делают наклонными?
12. Почему для получения витаминной муки используют наиболее ценные травы?
13. В чем сущность влажного фракционирования зерна?
14. Что называется процессом измельчения?
15. Какие компоненты определяют суммарную мощность на привод дробилки?
16. Перечислите способы измельчения кормовых материалов.
17. Каким методом осуществляется измельчение зерна в молотковой дробилке?
18. Каким образом осуществляется возврат частиц в зону действия молотковой дробилки?
19. Перечислите три способа резания.
20. Как должна быть расположена загрузочная горловина по отношению к барабанному режущему аппарату?
21. Как определить степень загрязненности корнеклубнеплодов?
22. С какой целью в корнерезках применяют различные типы ножей?
23. Из каких мощностей складывается суммарная мощность корнерезки?
24. Как определить степень измельчения?
25. Дать классификацию корнеклубнемолок по принципу работы.
26. Что называется дозированием?
27. Какие два способа дозирования вы знаете?
28. По какому принципу работают барабанные дозаторы?
29. По какому принципу работают шнековые дозаторы?
30. По какому принципу работают тарельчатые дозаторы?
31. Классифицируйте кормораздатчики по типу привода.

## ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЗУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ

### Материалы к лекции «Техническое обеспечение процессов кормления животных»

Таблицы и схемы к лекции:

Таблица 2 – Механизация заготовки сена

скашивание	ворошение, плющение	транспортирование	скирдовка	Активное вентилирование
косилки:	грабли-волкователи:	копновозы:	погрузчик:	воздухорасп-
КТП-8	ГВК-6;	КНУ-11	ПФ-0.5	
КДП-4.0	пресс-подборщики	КНУ-10		ределительные
КС-2.1	ПС-1.6	волокуны:		
КРН-2.1	К-453	ВНШ-3		установки
	ПРП-1.6	ВВЗ-3		УВА-500
		ВУ-400		УВС-16А

Таблица 3 – Механизация заготовки сенажа

скашивание		ворошение	сгребание	подбор провя- ленной массы	доставка к траншеям	разравнивание
с плющением	без плющения					тромбование
КСК-100+	КД-Ф-4	ГВЦ-6.0А	ВЦН-Ф-3	Е-280	автомшины	ДТ-75
КПРН-3.1А	КС-Ф-2.1Б	ГВР-6.0	КСК-100А	КПИ-Ф-2.4		Т-130
			КУФ-1.8	Е-281		Т-150
				ПСЕ-20		
				ПИМ-40		

Таблица 4 – Классификация кормораздатчиков

Раздатчики			
по роду использования		По типу рабочих органов	по типу привода
Мобильные	Стационарные	Ленточные	Электропривод
		Шнековые	двигатель внутреннего сгорания
		Спиральные	
		Трубопроводные	
		Ковшовые	
		Вибрационные	
		Скребокковые	

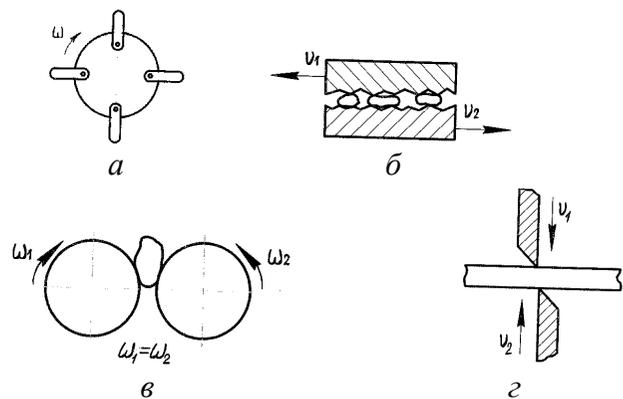


Рисунок 1 – Виды измельчения:  
*a* – разбивание; *б* – растирание; *в* – плющение; *г* – резание

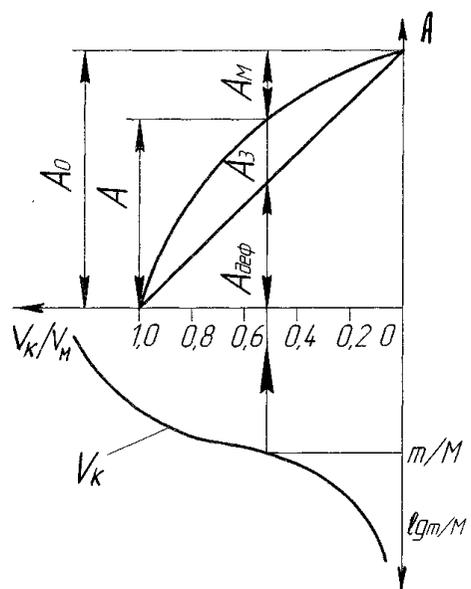


Рисунок 2 – Распределение энергии при ударе:  
 $A_0$  – кинетическая энергия молотка;  $A_{деф}$  – работа деформации;  $A_3$  – кинетическая энергия зерна;  $A_M$  – кинетическая энергия молотка после удара;  $m/M$  – соотношение масс зерна и молотка;  $V_3/V_M$  – соотношение скоростей зерна и молотка

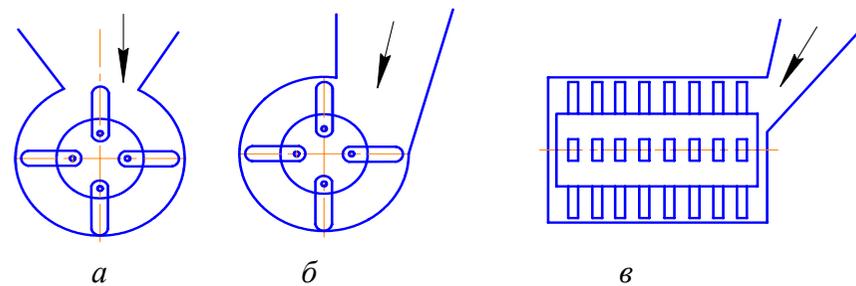


Рисунок 3 – Способ подачи зерна в дробилки:  
*a* – верхний; *б* – боковой; *в* – торцовый

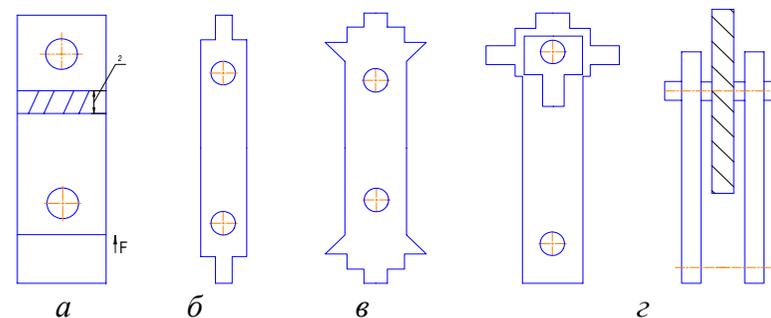


Рисунок 4 – Виды молотков:  
*a* – прямоугольный; *б* – прямоугольный ступенчатый; *в* – фигурный; *г* – составной

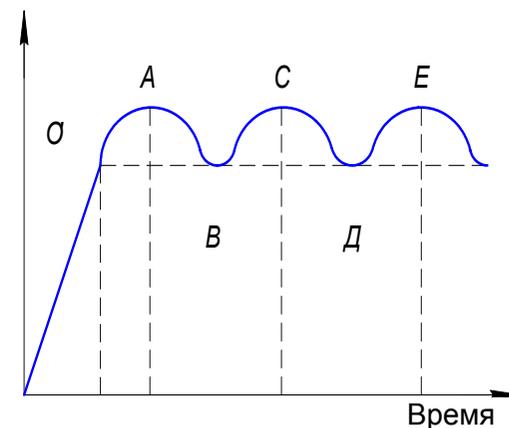


Рисунок 5 – Изменение усилия резания

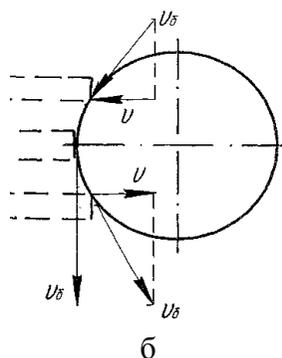
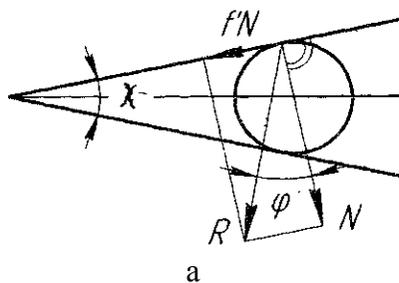


Рисунок 6 – К обоснованию угла раствора (а) и расположения горловины (б)

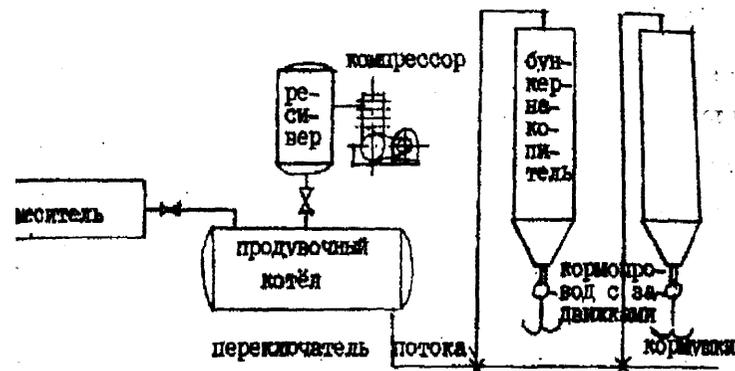


Рисунок 8 – Схема пневматической линии раздачи кормов

**Материалы к лабораторным занятиям  
«Исследование энергетических характеристик  
процессов измельчения и дозирования кормов»**

**Лабораторное занятие № 1  
«Экспериментально-теоретическое исследование работы  
молотковой дробилки»**

Проблемы, выносимые на лабораторное занятие:

- 1) устройство и технологический процесс работы молотковой дробилки;
- 2) исследование затрат энергии на дробление при сменных решетках;
- 3) определение модуля помола;
- 4) определение скорости разрушения зерна и окружной скорости молотков.

**Проблема 1 Устройство и технологический процесс молотковой дробилки**

**Задание:** изучить назначение молотковой дробилки ДММ-0,3, техническую характеристику, устройство и работу.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Экспериментально-теоретическое исследование молотковой дробилки» ознакомиться с устройством молотковой дробилки и изучить технологический процесс ее работы. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику дробилки ДММ-0,3, вычертить принципиальную схему молотковой дробилки.

По источнику тепла	По режиму работы
1. Паровые 2. Электрические	1. 100 кПа 2. >100 кПа
По конструкции	
1. Запарники- чаны 2. Запарники- мялки 3. Запарники- смесители (С-2, С-12, АПС-6) 4. Картофелезапарочные агрегаты (ЗПК-4, АЗК-3, F-405)	По способу действия
	1. Периодические 2. Непрерывные
По назначению	По роду использования
1. Картофели 2. Грубые корма 3. Пищевые отходы	1. Стационарные 2. Передвижные

Рисунок 7 – Оборудование влаготепловой обработки

## **Проблема 2 Исследование затрат энергии на дробление при сменных решетках**

**Задание:** снять мощностные показатели машины и произвести необходимые вычисления.

**Рекомендации по выполнению задания:** с помощью лаборанта установить в дробильную камеру решето с диаметром отверстий 3 мм, определить показания ваттметра на холостом ходу машины и при работе машины под нагрузкой; взвесить измельченный материал, полученный за установленное время. Повторить опыт с решето, диаметр отверстий в котором 8 мм. Пользуясь методическими указаниями «Экспериментально-теоретическое исследование молотковой дробилки», на основании полученных данных произвести расчеты мощности холостого хода машины, полной мощности, мощности на дробление, КПД машины, производительности и удельного расхода электроэнергии при разных решетках. Данные свести в таблицу и проанализировать их. Результаты исследований записать в рабочую тетрадь.

## **Проблема 3 Определение модуля помола**

**Задание:** изучить методику определения модуля помола, провести опыт и рассчитать модуль помола.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Экспериментально-теоретическое исследование молотковой дробилки», изучить методику определения модуля помола, произвести просеивание измельченного материала на ситовом классификаторе, взвесить массу, полученную на каждом сите, данные свести в таблицу и произвести вычисления. Сравнить модули помола, полученные при измельчении с различными диаметрами отверстий в решетке. Записать в рабочую тетрадь вычисления и выводы.

## **Проблема 4 Определение скорости разрушения зерна и окружной скорости молотков**

**Задание:** произвести вычисления по определению скорости разрушения зерна и окружной скорости молотков и проанализировать результаты.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Экспериментально-теоретическое исследование молотковой дробилки». Рассчитать скорость разрушения зерна, окружную скорость молотков, проанализировать полученные результаты и записать их в рабочую тетрадь.

## **Лабораторное занятие № 2 «Изучение процесса резания лезвием»**

Проблемы, выносимые на лабораторное занятие:

- 1) устройство, технологический процесс и регулировки соломосилосорезки РСБ-3,5;
- 2) определение мощностных показателей машины;
- 3) определение высоты слоя массы, проходящей через вальцы.

### **Проблема 1 Устройство, технологический процесс и регулировки соломосилосорезки РСБ-3,5**

**Задание:** изучить назначение соломосилосорезки, основные ее части и их устройство. Ознакомиться с технологическим процессом и регулировками.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Изучение процесса резания лезвием», ознакомиться с назначением, технической характеристикой, устройством, технологическим процессом работы и регулировками. В рабочую тетрадь записать назначение, техническую характеристику, вычертить кинематическую схему соломосилосорезки и написать к ней спецификацию.

### **Проблема 2 Определение мощностных показателей машины**

**Задание:** снять мощностные показатели и произвести вычисления.

**Рекомендации по выполнению задания:** под руководством лаборанта включить машину на холостом ходу и замерить показания ваттметра. Загрузить машину соломой и снять показания ваттметра при работе машины под нагрузкой. Взвесить измельченный материал, полученный за установленное время. Снять ножи, аннулировав таким образом процесс резания, загрузить машину и зафиксировать показания ваттметра.

Пользуясь методическими указаниями «Изучение процесса резания лезвием», рассчитать мощность холостого хода машины, мощность на подачу, мощность на резание, момент резания, общую силу резания, производительность и удельный расход энергии.

### **Проблема 3 Определение высоты слоя массы, проходящей через вальцы**

**Задание:** произвести вычисления по определению высоты слоя массы, проходящей через вальцы.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Изучение процесса резания лезвием», ознакомиться с последовательностью вычислений высоты слоя массы, проходящей через вальцы. Произвести необходимые расчеты и проанализировать их.

### Лабораторное занятие № 3 «Экспериментально-теоретическое исследование работы тарельчатого дозатора ДТК»

Проблемы, выносимые на лабораторное занятие:

- 1) устройство и технологический процесс работы дозатора и удельного расхода энергии;
- 2) исследование зависимости производительности дозатора от высоты подъема цилиндра;
- 3) определение предельной частоты вращения тарелки.

#### Проблема 1 Устройство и технический процесс работы дозатора

**Задание:** изучить назначение дозатора, техническую характеристику, устройство и работу.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Экспериментально-теоретическое исследование работы тарельчатого дозатора ДТК» ознакомиться с устройством дозатора и изучить технологический процесс его работы. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику дозатора, вычертить принципиальную схему дозатора.

#### Проблема 2 Исследование зависимости производительности и удельного расхода энергии от высоты подъема цилиндра

**Задание:** снять эксплуатационные показатели и произвести рекомендации по выполнению задания

**Рекомендации по выполнению задания:** с помощью лаборанта определить насыпную плотность дозируемого материала, частоту вращения тарелки и действующую производительность дозатора при высоте подъема цилиндра 5, 15 и 15 мм. С интервалом 5 мм. Трехкратный отбор проб производить через 10 секунд, одновременно фиксируя показания ваттметра. Данные снести в таблицу и прокомментировать их, оценив точности дозирования. Построить графики действующего теоретической производительности дозатора от высоты подъема цилиндра в рабочей тетради.

#### Проблема 3 Определение продольной частоты вращения тарелки

**Задание:** произвести вычисление по определению предельной частоты вращения тарелки и проанализировать результаты.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Экспериментально-теоретическое исследование работ дозатора ДТК» рассчитать предельную частоту вращения тарелки проанализировать полученный результат и записать в рабочую тетрадь.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

#### Задание 1

Составить отчет по устройству, принципу и основным регулировкам измельчителя «Волгарь 5» (рисунок 9).

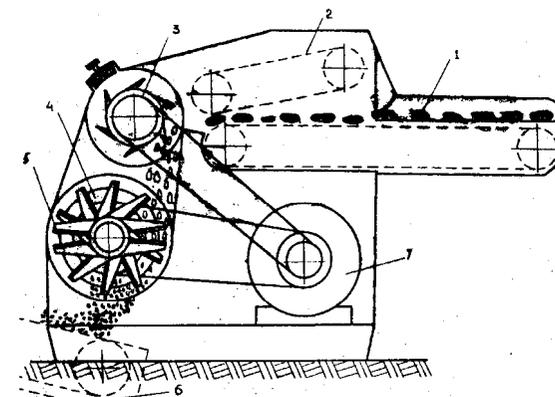


Рисунок 9 – Технологическая схема измельчителя кормов «Волгарь-5»:  
1 – подающий транспортер; 2 – нажимной транспортер; 3 – режущий барабан первичной ступени резания; 4 – шнек; 5 – аппарат вторичного резания; 6 – приямок; 7 – электродвигатель

#### Задание 2

Составить отчет, отразив в нем устройство, принцип работы и основные регулировки дробилки КДУ-2 (рисунок 10).

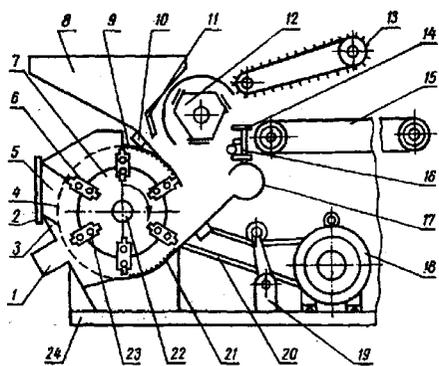


Рисунок 10 – Схема дробилки КДУ-2:

1 – отсасывающий патрубок; 2 – крышка выгрузного люка; 3 – вставная выбросная горловина; 4 – решето; 5 – крышка дробильной камеры; 6 – молоток; 7 – диск ротора; 8 – бункер; 9 – верхняя дека; 10 – верхний магнитный сепаратор; 11 – поворотная заслонка; 12 – режущий барабан; 13 – прессующий транспортер; 14 – противорежущая пластина; 15 – питающий транспортер; 16 – коллектор; 17 – подводящий воздушный патрубок; 18 – электродвигатель; 19 – натяжное устройство; 20 – нижний магнитный сепаратор; 21 – нижняя дека; 22 – вал ротора; 23 – ось; 24 – рама

### Задание 3

Составить отчет, отразив в нем устройство, принцип работы и основные регулировки измельчителя корнеплодов ИКМ-Ф-10

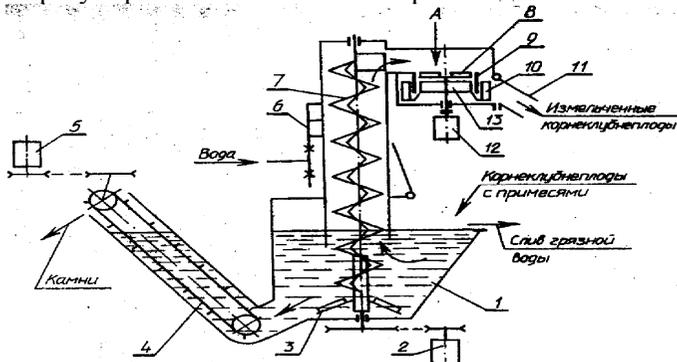


Рисунок 11 – Технологическая схема мойки-измельчителя корнеплодов ИКМ-Ф-10:

1 – моечная ванна; 2 – привод вертикального шнека; 3 – активатор; 4 – скребковый камневыгрузной транспортер; 5 – мотор-редуктор; 6 – водораспределительная гребенка; 7 – безвальный шнек; 8 – горизонтальные ножи; 9 – перфорированная противорежущая дека; 10 – швырялка; 11 – направляющий откидной лоток; 12 – прижимная лопатка; 13 – привод измельчителя

## ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ

При проведении контроля знаний по модулю на **репродуктивном уровне** студент должен ответить на 70 % тестовых заданий.

**Пример.** Требуемая степень измельчения продукта в дробилке обеспечивается:

- 1) изменением количества молотков;
- 2) изменением скорости вращения;
- 3) заменой сменных решет;
- 4) изменением интенсивности подачи материала;
- 5) предварительной обработкой материала.

На **продуктивном уровне** контроля студент должен выполнить 3 задания.

**Пример.** Дать характеристику видов кормов, обрабатываемых в универсальной дробилке КДУ-2; видов регулировок универсальной дробилки КДУ-2; основных операций регулирования зазора между ножами и противорежущей кромкой; технологий регулирования зазора.

**Творческий уровень** контроля знаний предполагает выполнение задания следующего характера.

**Пример.** Какие действия необходимо предпринять при возникновении значительной вибрации ножевого барабана первичного резания измельчителя (ИКВ-5).

## Тестовые вопросы по уровням сложности

### Репродуктивный уровень

#### Тест 1

К узлам дробилки КДУ-2 относятся:

- 1) дробильный аппарат, вентилятор, циклон, режущий аппарат;
- 2) запорочная камера, дробильный аппарат, циклон, режущий аппарат;
- 3) дробильный аппарат, режущий аппарат, вентилятор, сушильная камера;
- 4) циклон, режущий аппарат, транспортер раздачи корнеклубнеплодов, дробильный аппарат.

### **Тест 2**

Измельчитель-смеситель ИСК-3 выполняет следующие операции: 1) измельчение, запаривание; 2) дозирование, смешивание; 3) измельчение, смешивание.

### **Тест 3**

На роторе измельчителя-смесителя ИСК-3 размещены: 1) ножи и противорезы; 2) ножи и крылач; 3) крылач и противорезы.

### **Тест 4**

Аппарат первичного резания измельчителя кормов ИКВ-Ф-5 «Волгарь» состоит из: 1) режущего барабана и деки; 2) режущего барабана и противорезающих пластин; 3) молотков и противорезающей пластины.

### **Тест 5**

Измельчающий аппарат ИКМ-Ф-5 (ИКМ-Ф-10) состоит из: 1) корпуса и двух дисков; 2) корпуса и диска; 3) корпуса и трех дисков.

### **Тест 6**

Аппарат вторичного резания измельчителя кормов ИКВ-Ф-5 «Волгарь» состоит из: 1) шнека, подвижных и неподвижных ножей; 2) подвижных ножей, шнека и сепаратора; 3) шнека, подвижных ножей, молотков.

### **Тест 7**

Машина ИКМ-Ф-10 загружается корнеклубнеплодами при: 1) залитой водой ванне и включенном шнеке; 2) залитой водой ванне, включенном шнеке и измельчителе; 3) залитой водой ванне, включенном шнеке и транспорте удаления камней.

### **Тест 8**

Степень сжатия материала вальцами питающего механизма соломосилосорезки РСБ-3,5 регулируется: 1) изменением диаметра вальцов; 2) заменой звездочек; 3) изменением натяжения пружины.

### **Тест 9**

Перечислите преимущества вертикального раздатчика-смесителя КС-1,5 по сравнению с РС-5А: 1) высокий бункер; 2) малое сечение загрузочного люка; 3) малая длина; 4) высокая устойчивость; 5) быстрое перемешивание корма.

### **Тест 10**

Перечислите преимущества горизонтального раздатчика-смесителя РС-5А по сравнению с вертикальным кормораздатчиком КС-1,5: 1) малая высота; 2) большое сечение загрузочной емкости; 3) быстрое перемешивание корма; 4) высокая устойчивость.

### **Тест 11**

Какова должна быть толщина лезвия измельчителя корнеклубнеплодов: 1) 0,1 мм; 2) 0,2 мм; 3) 0,3 мм; 4) 0,4 мм; 5) 0,5 мм.

### **Тест 12**

Какие материалы применяют для изготовления ножей корнеклубнеплодов: 1) чугун; 2) алюминий; 3) медь; 4) инструментальная сталь; 5) марганцовистая.

### **Тест 13**

Каким должен быть угол заточки прямого ножа измельчителей корнеклубнеплодов: 1) 18–25 градусов; 2) 35 градусов; 3) 45–55 градусов.

### **Тест 14**

Требуемая степень измельчения продукта обеспечивается: 1) изменением количества молотков; 2) изменением скорости вращения; 3) заменой сменных решет.

### **Тест 15**

Второе отверстие в молотке служит для: 1) уменьшения массы молотка; 2) улучшения процесса дробления; 3) перестановки молотков на новые грани.

### **Тест 16**

Степень измельчения в ИСК-3 регулируют: 1) количеством ножей и пакетов противорезов; 2) количеством ножей и скоростью; 3) количеством пакетов противорезов и скоростью.

### **Тест 17**

При попадании металлических предметов между подвижными и неподвижными ножами в измельчителе кормов ИКВ-Ф-5 «Волгарь»: 1) машина продолжает работать; 2) срезается шпилька и замок нажимает на конечный выключатель; 3) подает звуковой сигнал.

### Тест 18

При измельчении мерзлых корнеклубнеплодов в ИКМ-Ф-10 необходимо:

- 1) увеличить количество ножей и скорость вращения;
- 2) установить зубчатые ножи и уменьшить скорость вращения;
- 3) на верхние диски установить зубчатые ножи и увеличить скорость вращения.

### Тест 19

Модуль помола в молотковой дробилке зависит от:

- 1) степени загрузки;
- 2) диаметра отверстия в решетке;
- 3) скорости вращения.

### Тест 20

С какой целью смешивают корма: 1) получить однородную смесь из различных компонентов корма; 2) составить рецепт, удовлетворяющий потребности организма животного; 3) составить рецепт, наилучшим образом усваиваемый организмом животного; 4) разделить смесь на различные компоненты.

### Тест 21

С какой целью прессуют корма: 1) улучшить транспортабельность; 2) снизить стоимость перевозок и хранения; 3) сохранить питательные вещества и витамины; 4) получить однородную смесь.

## Продуктивный уровень

### Тест 1

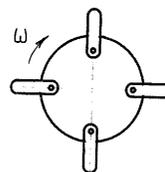
Приведите в соответствие математические уравнения теорий дробления кормов:

Теория:	Уравнение:
– поверхностная;	$A = k\Delta V$ ;
– объемная;	$A = C_1 \lg \lambda^3 + C_2(\lambda - 1)$ ;
– обобщенная.	$\dot{A} = \alpha \Delta S$ ;
	$A = \alpha \Delta S + k\Delta V$ .

### Тест 2

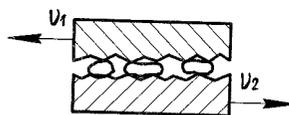
Приведите в соответствие схемы и наименования методов измельчения кормов:

Схема:

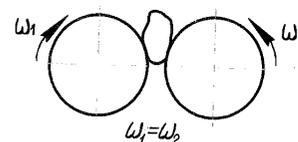


Наименование:

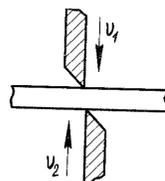
Растирание



Плющение



Резание



Свободный удар

### Тест 3

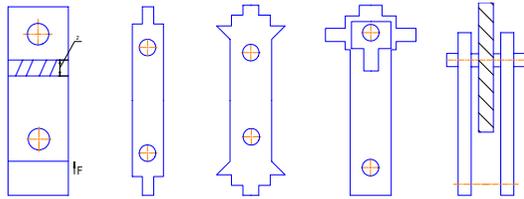
Приведите в соответствие размерности помола:

Помол:	Размерность, мм:
– мелкий;	1,8–2,6;
– средний;	1–1,8;
– крупный.	1,8–2,6;
	2,6–5,0;
	5,0–20,0.

**Тест 4**

Приведите в соответствие схемы и наименования молотков дробилок:

Схема:



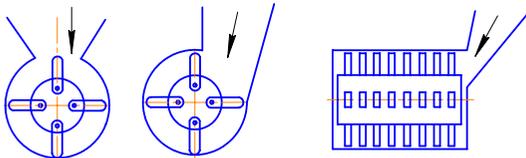
Наименование:

- Прямоугольный;
- Ступенчатый;
- Составной.

**Тест 5**

Приведите в соответствие схемы и конструктивные признаки подачи зерна в дробилки:

Схема:



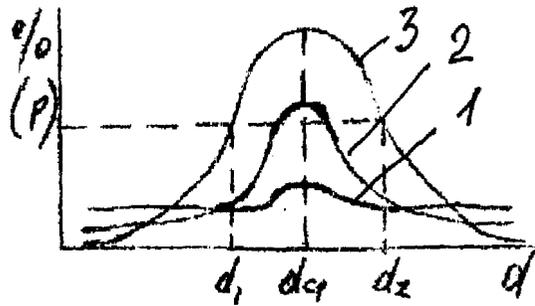
Наименование:

- Торцовая подача ;
- Радиальная подача;
- Тангенциальная подача.

**Тест 6**

Какая партия зерна измельчена равномернее по кривым рисунка?

Схема:



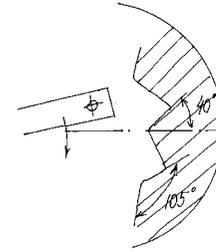
Наименование:

- Кривая 1;
- Кривая 2;
- Кривая 3.

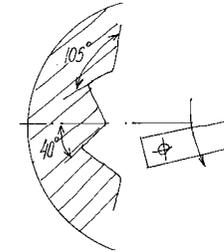
**Тест 7**

Какое из направлений вращения ротора дробилки при указанных параметрах деки эффективнее при дроблении зерна? Ответ обоснуйте.

Вариант 1:



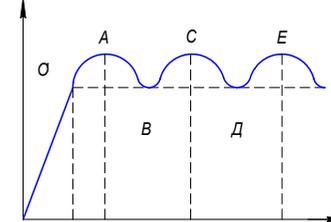
Вариант 2:



**Тест 8**

Какие участки кривой резания характеризуются упругими, а какие – пластическими деформациями?

Схема:



Наименование:

- Участок ОО;
- Кривая ОА;
- Кривая ВС1;
- Кривая СД;
- Кривая ДЕ.

**Тест 9**

Докажите влияние угла клина на отношение длины сжатия к длине скалывания при резании корнеклубнеплодов (рисунок 12) и энергозатраты процесса резания.

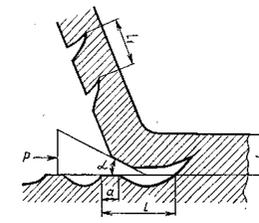
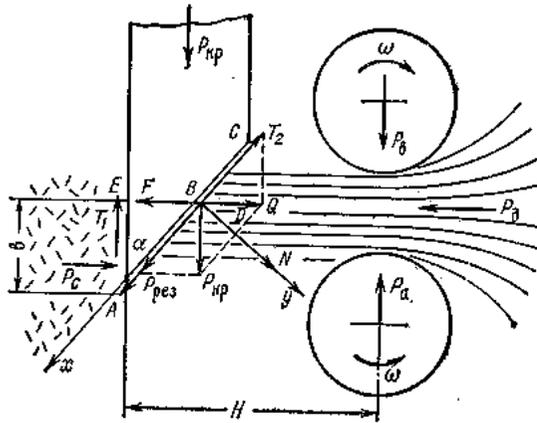


Рисунок 12

### Тест 10

Какая из приведенных сил на схеме имеет максимальное значение?

Схема:



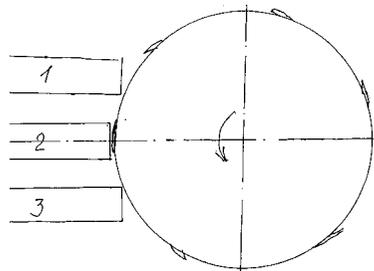
Наименование:

- $P_{кр}$
- $T_1$
- $T_2$
- $P_{рез}$

### Тест 11

Какие из расположений горловины является рациональным?

Схема:



Наименование:

- Вариант 1
- Вариант 2
- Вариант 3

### Тест 12

Подберите реальные способы регулирования расхода корма:

Дозатор:

- барабанный;
- ленточный;
- шнековый;
- тарельчатый.

Способ регулирования расхода:

- частота вращения приводного вала;
- положение шиберной задвижки;
- степень заполнения;
- перемещением цилиндра;
- перемещением скребка.

### Тест 13

Подберите рациональные паровые насадки для агрегатов влаготепловой обработки корма:

Признаки влаготеплового агрегата:

- цилиндрический агрегат непрерывного действия;
- цилиндрический агрегат периодического действия;
- агрегат периодического действия произвольной формы.

Тип парового насадка:  
плоскостной;  
линейный;  
точечный.

### Тест 14

Как изменятся технико-экономические характеристики дробилки при замене в ней решета с отверстиями диаметром 3 мм на решета с диаметром 8 мм:

Характеристика:

- мощность хода;
- производительность;
- мощность дробления;
- расход электроэнергии.

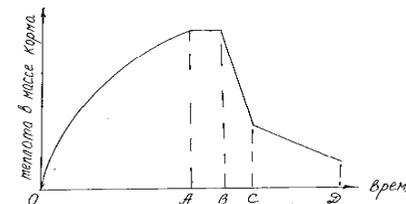
Способ регулирования расхода:

- возрастет;
- не изменится;
- уменьшится.

### Тест 15

Привести в соответствие этапы рабочего процесса запарника кормов с обозначениями графика:

Схема рабочего процесса:



Наименование этапов:

- Период нагревания
- Период охлаждения
- Прогревание
- Перерыв
- Разваривание
- Разгрузка

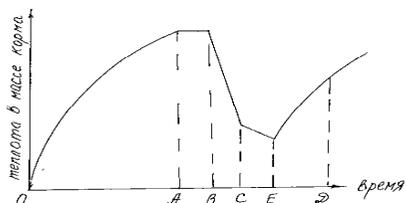
Обозначение:

- ОА
- АВ
- ВС
- СД
- ОВ
- ВД

### Тест 16

Привести в соответствие этапы рабочего процесса запарника кормов с обозначениями графика:

Схема рабочего процесса:

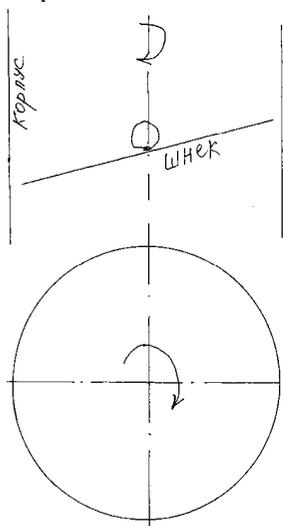


Наименование этапов:	Обозначение:
Период нагревания	ОА
Период охлаждения	АВ
Прогревание	ВС
Перерыв	СД
Разваривание	ОВ
Разгрузка	ВД
	СЕ
	ЕД

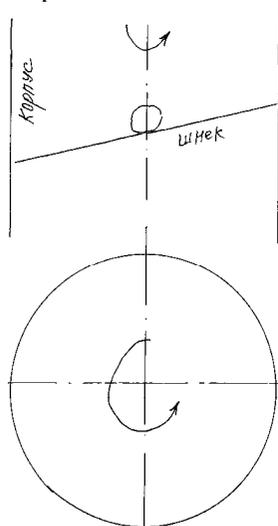
### Тест 17

Вертикальным шнеком необходимо транспортировать корм вверх. Какое из направлений вращения шнека корнеклубнебойки верное. Необходимы ли какие-то технологические факторы предусмотреть дополнительно для транспортировки корма?

Вариант 1:



Вариант 2:



### Тест 18

Приведите в соответствие производственные процессы приготовления кормов и марки применяемых в них машин:

Приготовление кормов:

Грубые корма  
Корнеклубнеплоды  
Концентрированные  
Сочные  
Кормовая смесь  
Заменитель цельного молока

Марка оборудования:

ИГК-30Б; Ф-4; ИУ-Ф-10  
ИКМ-Ф-10; ИКУ-Ф-10  
ДБ-5; ДКМ-5,0  
ИКВ-Ф-5А «Волгарь»  
ИСК-3,0М; ДИС-1,0М  
АЗМ-0,8

### Творческий уровень

#### Вопрос 1

Проанализировать соотношение окружной скорости молотков и скорости разрушения зерна в молотковой дробилке.

#### Вопрос 2

При раздате влажных кормов свиньям оператор неправильно отрегулировал шибером норму выдачи корма (выдал мало корма). Каким образом можно исправить допущенную технологическую оплошность?

#### Вопрос 3

Понижилось качество резания. В чем возможная причина?

#### Вопрос 4

Плоские шиберы раздатчика РС-5А перекрыли лишь частично раздаточные шнеки. Выявите наиболее вероятную причину этого отказа и предложите способ ее устранения.

#### Вопрос 5

Как изменится мощность на привод лопастного смесителя, если число лопастей увеличить вдвое?

#### Вопрос 6

Как устранить зависание волокнистых кормов в приемной камере измельчителя-смесителя ИСК-3

**Вопрос 7**

Каким образом можно расширить область применения ИСК-3 для измельчения хвойных веток (витаминные добавки)?

**Вопрос 8**

Как уменьшить вентиляционный эффект при выгрузке соломистых материалов?

**Вопрос 9**

Почему общая площадь отверстий в паровых насадках должна быть не меньше диаметра подводящего паропровода?

**Вопрос 10**

Как изменится производительность запарочного агрегата, если его длину увеличить втрое, а диаметр уменьшить вдвое?

**Вопрос 11**

Можно ли изменением гранулометрического состава компонентов влиять на степень однородности смеси?

**Вопрос 12**

При одинаковых геометрических параметрах какой из смесителей (горизонтальный или вертикальный) обладает большим потенциалом производительности?

**Вопрос 13**

Почему принята цилиндрическая форма запарников?

**Вопрос 14**

Какие факторы определяют интервалы влажности сенажируемого корма?

**Вопрос 15**

Чем вызвана необходимость определенной степени измельчения сенажируемой и силосуемой массы?

**Вопрос 16**

В чем преимущества и недостатки гидравлических и механических способов удаления навоза?

**Вопрос 17**

При длинных приводных ремнях что необходимо, кроме устройств натяжения?

**Вопрос 18**

Кроме запаривания, что еще может улучшать питательную ценность соломы?

**Вопрос 19**

С какой целью увлажняют корма перед запариванием?

**Вопрос 20**

Какая солома (рыхлая или уплотненная) быстрее пропаривается?

**Вопрос 21**

Какими способами можно определить готовность запариваемого картофеля в запарнике?

**Вопрос 22**

Какие факторы определяют производительность запарника?

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Гриб, В.К. Техническое обеспечение процессов в животноводстве : учебник / В.К. Гриб [и др. ]; под ред. В.К. Гриба. – Минск : Белорусская наука, 2004. – 830 с.
2. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 гг. – Минск : Белорусская нива, 2005. – № 39.

## МОДУЛЬ 2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ

В результате изучения студенты должны:

- **знать:**
  - основные и базовые понятия (стабильность вакуумного режима, озонобезопасные хладагенты, фракционирование навоза);
  - зоотехнические требования к машинам и оборудованию, доению коров и охлаждению молока, удалению навоза;
  - устройство, работу и технические характеристики машин и оборудования для содержания животных и области их применения;
  - теоретические аспекты проектирования нового технологического оборудования по доению коров и охлаждению молока;
  - физико-механические свойства молока и хладагентов, навоза и помета;
  - современное состояние и перспективные направления развития механизации и автоматизации производственных процессов содержания животных и птицы;
  - закономерности пастеризации и стерилизации молока;
  - техническое состояние оборудования;
  - технологические схемы первичной обработки молока;
- **уметь:**
  - рассчитывать конструкторские параметры машин и оборудования по содержанию животных и птицы;
  - организовывать и руководить монтажными и пусконаладочными работами и настраивать оборудование на требуемые режимы работы;
  - пользоваться современными диагностическими приборами.

## ОСНОВЫ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ

### Словарь основных понятий

**Доильный аппарат** – устройство для доения коров машинным способом.

**Пульсатор** – автоматический переключатель вакуума и атмосферного давления.

**Коллектор** – устройство для сбора молока из отдельных доильных стаканов.

**Такт** – время, в течение которого на сосок вымени оказывают физиологически однородное воздействие доильным стаканом.

**Пульс** – время, в течение которого совершается совокупность разнородных тактов.

**Пульсационный цикл** – диаграмма, отображающая характер изменения вакуумметрического давления в межстенном пространстве доильного стакана в течение одного пульса.

**Молокоохладительная установка** – устройство для охлаждения молока.

**Хладагент** – *вещество*, используемое в холодильном контуре молокоохладительной установки.

**Коэффициент кратности расхода хладагента** – отношение расхода хладагента к расходу охлаждаемой жидкости.

### Основной текст

#### План лекции «Техническое обеспечение процессов содержания животных»

1. Механизация доения коров
2. Механизация первичной обработки молока
3. Механизация навозоудаления

#### Механизация доения коров

Все наиболее трудоемкие операции машинного доения выполняются механизировано. Кратность доения определяют молочная продуктивность коров и хозяйственные условия содержания животных. Интенсивность молокоотдачи зависит от наполнения вымени молоком. При наполнении его меньше чем на половину доить коров не рекомендуется. Молоко из вымени можно извлекать ручным способом и машинным доением. Машинное доение осуществляется

с использованием вакуума. Технология машинного доения коров предусматривает создание вакуума в системе доильной установки; подготовку вымени коровы к доению; одевание доильных стаканов на соски; доение и транспортировку молока в накопительную емкость; снятие стаканов с сосков. Подготовительные операции на вымени должны быть закончены в течение одной минуты. Выдаивание самых высокопродуктивных коров должно быть закончено за 4–6 мин (скорость доения до 2 л/мин). Ручное додаивание исключается. Доильные аппараты должны быть сняты немедленно после прекращения истечения молока из вымени. Основные узлы доильной установки – вакуумные насосы, вакуумные трубопроводы, молочные трубопроводы, контрольно-регулирующие приборы, доильные аппараты, установка для мойки и дезинфекции аппаратов. Продолжительность цикла или пульса определяется

$$t_{ц} = t_1 + t_2, \text{ с}$$

где  $t_1$  – продолжительность такта сосания;

$t_2$  – продолжительность такта сжатия.

Типы доильных установок:

- стационарные для доения коров в стойлах коровников;
- стационарные для доения коров в специальных доильных залах;
- передвижные.

Технологический расчет машинного доения коров предусматривает определение потребного количества аппаратов на оператора, количества операторов для обслуживания всего поголовья, производительность оператора и потребное количество доильных установок.

Количество доильных аппаратов на одного оператора:

$$z_{ан} = \frac{t_{ц}}{t_p} = \frac{t_m - t_p}{t_p},$$

где  $t_{ц}$  – время полного рабочего цикла доения, с;

$t_m$  – машинное время доения,  $t_m = 240–300$  с

$t_p$  – время на выполнение ручных операций (в ведра  $t_p = 180–240$  с; в молокопровод  $t_p = 120–180$  с; доение на площадках  $t_p = 50–60$  с).

Количество операторов, необходимых для обслуживания всего поголовья:

$$z_{оп} = \frac{m_{об} t_p}{T_d}$$

где  $m_{об}$  – общее количество подлежащих выдаиванию коров;

$T_d$  – общая продолжительность дойки, устанавливается зоотехническими требованиями и составляет 1,5–2,25 ч.

Производительность оператора-дояра:

$$Q_{оп} = \frac{3600}{t_p}, \text{ гол/час.}$$

Количество доильных установок

$$z_{уст} = \frac{z_{ан}^{об}}{z_{ан}^{уст}},$$

где  $z_{ан}^{уст}$  – количество доильных аппаратов на одной установке.

Производительность доильной установки:

$$Q_{уст} = \frac{z_{оп} Q_{оп}}{z_{уст}}, \text{ гол/час.}$$

### Механизация первичной обработки молока

Качество молока и молочных продуктов определяет своевременность их первичной обработки на фермах (фильтрация, охлаждение, хранение, пастеризация, сепарирование и нормализация). В республике 50 % молока перерабатывается на масло, 35 % – на питьевое молоко и кисломолочные продукты. Из остальной части вырабатывают сыры, брынзу, мороженое, сгущенное консервированное и сухое молоко, сливки и др. Охлаждение молока осуществляют артезианской или холодной водой. Охлаждение воды производится холодильными машинами, в которых хладагентом является хладон.

Наибольшее распространение получили закрытые пластинчатые охладители (очиститель-охладитель ОМ-1), а также емкостные охладители (танки-охладители ТО-2; ТОМ-2А; ТОВ-2, МКТО – ДИ-АН и др.). Процесс охлаждения в пластинчатых охладителях идет непрерывно.

Но в зависимости от температурного режима охлаждающей жидкости требуется больше, чем охлаждаемой. Отношение расхода хо-

лодной воды и охлаждаемой жидкости называют коэффициентом кратности расхода хладагента:

$$K_k = \frac{Q_x}{Q_m} \text{ или } Q_x = K_k Q_m.$$

Качество и эффективность сепарирования определяют чистота и свежесть молока (чем ниже кислотность и загрязненность, тем дольше может работать сепаратор без остановок для промывки); крупность жировых шариков (чем крупнее шарики, тем быстрее происходит сепарирование); жирность молока и сливок (с увеличением жирности молока подача его должна быть уменьшена (максимальная жирность сливок ограничивается 30–35 %)); частота вращения барабана; температура молока (45–50 °С).

На молочно-товарных фермах применяют сепараторы открытого (СОМ-3-1000М; 5-ОСБ) и полузакрытого (ОМА-3М) типов. Продолжительность работы сепаратора-очистителя до остановки для очистки от скопившихся примесей:

$$\tau = \frac{100V_r}{pQ_0}, \text{ с;}$$

где  $V_r$  – объем грязевой камеры очистителя (принимают равным примерно 40–90 см<sup>3</sup> на 100 л часовой производительности очистителя) или определяют по формуле, л:

$$V_r = 1000\pi(R_{\max}^2 - R_{\min}^2)H_T,$$

где  $R_{\max}$  и  $R_{\min}$  – максимальный и минимальный радиусы грязевой камеры очистителя, соответственно, м;

$H_T$  – высота пакета тарелок, м;

$P$  – процент загрязнения молока, в том числе и сепараторной слизью (принимается в пределах 0,03–0,06 %);

$Q_0$  – производительность очистителя, л/ч.

Бактерии, находящиеся в молоке, уничтожают нагревом до определенной температуры (пастеризацией) или физическими воздействиями – облучением ультрафиолетовыми или инфракрасными лучами, радиацией, обработкой ультразвуком (8–10 10<sup>3</sup> Гц). Наибольшее распространение при обработке молока получили термические пастеризаторы: длительной пастеризации молока (температура 63–65 °С с выдержкой при этой температуре в течение 30 минут); кратковременной (76 ± 2 °С с выдержкой в течение 20 секунд); мгновенной пастеризации

(85–87 °С без его дальнейшей выдержки). Чем выше температура, тем меньше нужна выдержка. Существует верхний порог температуры, до которого не происходит изменения физико-механических свойств молока. В пастеризаторах длительного и кратковременного воздействия на молоко в качестве источника тепла используется горячая вода, в пастеризаторах мгновенного действия – насыщенный пар.

### Механизация навозоудаления

Навоз состоит из твердых и жидких выделений животных, подстильного материала, технологической воды и остатков корма. Количество навоза, полученное от одного животного за сутки:  $q_{сут} = (1 + K_k + K_b)q_{ж} + П$ , кг/сут, (где  $K_k$  и  $K_b$  – коэффициенты, учитывающие попадание в навоз остатков корма и технологической воды;  $П$  – количество подстилки на одно животное, кг, (его можно определить по выражению  $q_{эж} = 2 \sum K_{с.в}$  кг; где  $K_{с.в}$  – количество сухого вещества кормов, потребленное животным за сутки; 2 – коэффициент, учитывающий влажность экскрементов и усвояемость сухого вещества)). Коэффициент  $K_k$  для сена, сенажа и силоса изменяется в пределах 0,02–0,06, для соломы – 0,06–0,12, для зеленой массы – 0,08–0,10. Коэффициент  $K_b$  в зависимости от системы удаления навоза составляет: для самотечной системы непрерывного действия и рециркуляционной – 0,1–0,25; комбинированной – 0,15–0,30; самотечной периодического действия (отстойно-лотковая) – 0,45–0,60. В зависимости от количества вносимой подстилки скот содержат на глубокой подстилке, с применением ограниченного количества подстилки или без подстилки.

Годовой выход навоза на ферме можно определить по выражению:  $Q = \sum q_{исут} m_i D_i$  (где  $q_{исут}$  – суточный выход навоза  $i$  – той группы животных;  $m_i$  – количество животных  $i$  – той группы;  $D_i$  – число дней в году стойлового периода  $i$ -той группы животных).

В среднем в год в зависимости от продолжительности стойлового периода получают от одной головы КРС 4–10 т твердого навоза, от лошади 2,5–8,0 т, от свиньи 1–2 т. Основными физико-механическими свойствами навоза являются относительная влажность, коэффициент трения (по металлической поверхности составляет 0,7–1,3; по дереву 0,6–1,2; по бетону 0,6–1,4), липкость (400–1300 Па), текучесть, вязкость, предельное напряжение сдвига. Тем-

пература замерзания навоза (1,1–2,8 °С) играет существенную роль при работе оборудования на открытом воздухе.

Технологический процесс уборки из животноводческих помещений включает шесть операций (чистка стойловых помещений или станков со сгребанием навоза в канавки, желоба или проходы; удаление навоза из канавок или желобов за пределы животноводческих помещений; погрузка навоза в транспортные средства; транспортировка навоза к месту хранения (навозохранилищу) или к месту компостирования; выгрузка и укладка навоза на хранение; погрузка и транспортировка навоза на поле и внесение в почву).

На крупных животноводческих комплексах применяют, как правило, гидравлические системы удаления навоза. При этом влажность его достигает 96–98 %. Перевозить такой навоз в поле мобильным транспортом (средний радиус перевозки 5–6 км) экономически невыгодно. Транспортировать по трубам ненадежно из-за наличия твердых включений. Жидкий навоз разделяют на фракции в отстойниках-накопителях, выпариванием или механическими средствами.

Уничтожение гельминтов и инфекционных бактерий в навозе перед использованием его в качестве удобрения, особенно на полях, предназначенных для овощных и кормовых культур, и пастбищах – обязательное профилактическое мероприятие. Лучшим средством борьбы с болезнетворными микробами, вирусами, яйцами гельминтов является дезинфекция.

Твердый навоз влажностью до 79 % обеззараживают биотермическим методом. В жидком навозе процесс самосогревания не происходит, и в нем долго живут возбудители заразных болезней. Если после карантинной выдержки (6–8 суток) в жидком навозе обнаруживается инфекция, навоз обеззараживается химическим, термическим, биологическим или физическим способом.

Утилизация навоза осуществляется путем использования навоза (жидкого и твердого) на удобрения; получением из навозных стоков чистой воды, которую можно сбрасывать в водоисточники, и твердого навоза, используемого на удобрение; переработкой навоза на кормовые добавки. Первый способ наиболее широко используется на фермах и животноводческих комплексах промышленного типа. Второй – при очистке промышленных и бытовых стоков.

## Дополнительный материал

### Механизация доения коров

В доильных установках применяют пластинчатые (УВУ-60/45, РВН-40/350) и водокольцевые вакуумные насосы (ВВН). В пластинчатых насосах внутри корпуса вращается эксцентричный ротор с текстолитовыми или пластмассовыми пластинами в его пазах. В вакуумных насосах типа ВВН пространство переменного объема образуется кольцевым потоком воды, вращающимся по внутренней поверхности статора, и лопатками, выполненными заодно с ротором. Вакуумный баллон выравнивает колебания вакуума, предотвращает попадание влаги из вакуумпровода в насос и служит сливной емкостью при промывке вакуумной системы. Вакуумные регуляторы поддерживают устойчивый вакуум в системах установок (45–50 %). Регулируется вакуум при помощи грузов или поджатием пружины. Вакуумный трубопровод состоит из магистрального трубопровода и рабочих участков. На рабочих ветвях располагаются краны для подключения исполнительных механизмов – доильных аппаратов. Диаметр вакуумпровода делают более 25 мм (потери давления по всей длине достигали не более 670 Па).

Установки для доения в стойлах (АД-100А, ДАС-2Б, АДМ-8) применяются при содержании коров на привязи. Установки для доения коров в специальных залах применяются при беспривязной системе содержания коров и привязной (если имеется автоматическая групповая привязь). Установки этого типа состоят из доильных стаканов с аппаратами, стационарно монтируемых в помещениях. Стационарные станки установок бывают индивидуальные и групповые. Индивидуальные станки располагаются последовательно в два ряда с боковым входом и выходом животных («Тандем»). Групповые станки располагают в два параллельных ряда («Елочка»).

### Механизация первичной обработки молока

В противоточных охладителях градиент температур в течение всего процесса изменяется в значительно меньшей степени, поэтому интенсивность теплообмена также более равномерная. В зависимости от температурного режима охлаждающей жидкости требуется больше, чем охлаждаемой. Практикой установлено, что значение для водяных секций охладителей находится в пределах 2,5–3, для рассольных – 1,5–2,5.

При доении в молоко попадают бактерии, вызывающие закисание. Источником бактериального загрязнения могут быть плохо вымытое вымя животного, плохо промытые детали, соприкасающиеся с молоком, и воздух коровника, засасываемый пульсатором и коллектором доильного аппарата. Свежевыдоенное молоко обладает бактерицидными свойствами, которые сохраняются определенное время. Понижая температуру молока, срок действия бактерицидных свойств увеличивается. У свежего неохлажденного молока при  $t = 30\text{ }^\circ\text{C}$  бактерицидная фаза равна 3 часам, при снижении температуры до  $16\text{ }^\circ\text{C} - 76\text{ ч}$ , до  $10-13\text{ }^\circ\text{C} - 36\text{ ч}$ , до  $4-5\text{ }^\circ\text{C}$  жизнедеятельность бактерий практически прекращается.

Плотность молока должна быть не ниже  $1,027\text{ г/см}^3$ . При доении коров в молокопровод (установки АДМ-8, УДА-8, УДА-16, УДЕ-24) первичная обработка молока осуществляется в потоке в процессе доения. При доении коров во фляги (АДМ-100А, ДАС-2Б и др.) первичную обработку молока производят после окончания доения. Очистка молока от механических примесей (остатки подстилки, частицы корма, волос и т. п.) производится путем пропускания через ватный или лавсановый фильтр, или молокоочистителями.

Принцип работы очистителей молока основан на выделении из молока под действием центробежных сил загрязнений, обладающих большим удельным весом. Принцип работы сепараторов-сливкоотделителей основан на следующем. Жир молока, как более легкая составная часть ( $0,92\text{ г/см}^3$ ), вытесняется к центру барабана и по отверстиям в тарелках удаляется из сепаратора. Если поле земного тяготения заменить полем центробежных сил, то скорость движения жировых шариков можно увеличить в 5–6 тысяч раз. Скорость выделения жировых шариков зависит от их размеров, режимно-конструктивной характеристики сепаратора и физико-механических свойств компонента молока. Скорость выделения жировых шариков можно повысить также нагреванием молока. Если при этом плотность плазмы и жировых шариков уменьшаются пропорционально и незначительно, то вязкость плазмы уменьшается существенно. Обезжиренное молоко из периферийной части сепаратора выводится через другое отверстие. Очистители молока отличаются тем, что в тарелках нет отверстий для удаления сливок.

Нормализация молока по содержанию жира предусматривает получение продукта с заданной жирностью. Она может осуществляться смешиванием молока повышенной жирности с маложирным молоком, добавлением к жирному (более 3,2 %) молоку обезжиренного молока или обратам, сепарированием жирного молока путем от-

бора части сливок или добавлением к маложирному молоку сливок. На фермах нормализация производится путем сепарирования или добавлением сливок.

Количество сливок, которое нужно удалить из жирного молока, определяется из баланса жира в молоке до разделения и в молоке и сливках после разделения

$$M_m J_m = M_m^x J_m^x + M_{сл} J_{сл}^x \text{ и } M_m = M_m^x + M_{сл},$$

где  $M_m$ ,  $M_m^x$ ,  $M_{сл}$  – масса молока до разделения, после разделения и сливок, соответственно;

$J_m$ ,  $J_m^x$ ,  $J_{сл}$  – жирность молока до разделения, после разделения и сливок, соответственно.

Окончательно

$$M_{сл} = \frac{M_m (J_m - J_m^x)}{J_{сл} - J_m^x}.$$

Если жирность нормализованного молока должна быть 2,5 %, то формула переписывается

$$M_{сл} = \frac{M_m (J_m - 2,5)}{J_{сл} - 2,5}.$$

Количество сливок, которое нужно добавить маложирному молоку, определяется аналогично по формуле:

$$M_{сл} = \frac{M_m (J_m^x - J_m)}{J_{сл} - J_m^x},$$

где  $M_m$  и  $J_m$  – масса и жирность исходного молока;

$J_m^x$  – жирность нормализованного молока.

Если жирность нормализованного молока должна быть 3,2 %, то количество сливок для добавления в маложирное молоко будет

$$M_{сл} = \frac{M_m (3,2 - J_m)}{J_{сл} - 3,2}.$$

Теория пастеризации основывается на том, что губительно на микроорганизмы действуют два фактора: температура нагрева и длительность выдержки при ней. При этом, чем выше температура, тем меньше нужна выдержка. Существует верхний порог температуры,

до которого не происходит изменения физико-механических свойств молока. В связи с этим необходимо строго придерживаться границ между нижним и верхним пределом температур, чтобы обеспечить пастеризацию и не ухудшить качество молока. Эти границы можно представить в виде диаграммы, из которой видно, что температура нагрева молока и длительность выдержки должны находиться в нейтральной зоне. В пастеризаторах мгновенного действия с вытеснительным барабаном молоко под действием составляющей центробежной силы поднимается снизу вверх по параболоидной поверхности барабана. Длительная пастеризация оказывает наибольшее воздействие на физико-механические свойства молока, но обеспечивает надежное уничтожение всех видов микроорганизмов за исключением термостойких бактерий.

### Механизация навозоудаления

Влажность навоза влияет на большинство других физико-механических свойств. Она может выражаться в относительных единицах или процентах:

$$W_{\text{отн}} = \frac{M_{\text{в}}}{M_{\text{в}} + M_{\text{с.в}}} 100, \%$$

или в абсолютных единицах (влагосодержание):

$$W_{\text{абс}} = \frac{M_{\text{в}}}{M_{\text{с.в}}} 100, \%$$

где  $M_{\text{в}}$  – масса воды в образце, кг;

$M_{\text{с.в}}$  – масса сухого вещества в образце, кг.

Свиной навоз имеет меньшую вязкость вследствие меньшего содержания в нем коллоидных веществ. Поэтому рекомендуется гидротранспортировать навоз КРС при  $W > 89 \%$ , свиной при  $W > 84 \%$ . После 3–4 месяцев хранения эти ограничения снимаются.

Расслоение навоза является его специфическим свойством. При этом жидкая фракция находится между тяжелыми и легкими слоями. Скорость расслоения зависит от влажности. Наибольшая скорость расслоения свиного навоза наблюдается при  $W > 90 \%$ , навоза КРС –  $W > 91 \%$ . При этом свиной навоз расслаивается через 15–30 мин, а навоз КРС – через 5–7 суток.

Перед погрузкой и внесением расслоившийся навоз перемешивают или разделяют на твердую и жидкую фракции. При расчете

скребковых транспортеров определяется производительность и потребная мощность на привод. Фактическая производительность

$$Q_{\text{ф}} = \frac{G_{\text{сут}}}{T}, \text{ кг/с (где } G_{\text{сут}} \text{ – суточный выход навоза от животных,}$$

обслуживаемых одним транспортером, кг;  $T$  – общее время работы транспортера, с). Число включений принимается 3...6 раз в сутки, а продолжительность цикла  $T_{\text{ц}} = 20\text{--}60$  мин.

Теоретическую производительность можно определить по формуле:

$$Q_{\text{т}} = bh\vartheta\rho\varphi, \text{ кг/с}$$

где  $b$  и  $h$  – длина и высота скребка, м;

$\vartheta$  – скорость цепи транспортера, м/с (0,19 м/с);

$\rho$  – плотность навоза, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – коэффициент заполнения канавки,  $\varphi = 0,5\text{--}0,6$ .

Общее сопротивление, возникающее при перемещении навоза в канавке,

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \text{ Н}$$

где  $P_1$  – сопротивление от трения навоза о дно канавки

$P_2$  – сопротивление от трения навоза о боковые стенки канавки

$P_3$  – сопротивление от перемещения самой цепи со скребками

$P_4$  – сопротивление от заклинивания навоза между скребками и канавкой.

Мощность, потребная для привода транспортера

$$N = \frac{P\vartheta}{\eta},$$

где  $\eta$  – КПД привода.

По сравнению со скребковыми транспортерами кругового движения штанговые обеспечивают подачу навоза к месту выгрузки кратчайшим путем. Наличие жесткой штанги предотвращает подъем скребков, их шарнирное соединение облегчает ремонт и замену скребков. При обратном ходе скребки поворачиваются вокруг своих осей на 90°, пропуская порции навоза.

Канатно-скреперные установки убирают навоз из-под решетчатых полов помещений при содержании животных без подстилки и подают его в навозосборники или транспортные средства, а также транспортируют навоз в хранилища. Их рабочие органы совершают возвратно-поступательное движение. Преимущество – простота из-

готовления, надежность в работе, копирование неровностей дна желоба. Недостатки: сложная строительная часть. В скреперных установках применяют различные рабочие органы типа «Короб», «Стрела», «Лопатка», «Каретка». Для транспортирования навоза к хранилищам на расстояние до 50 м выпускаются установки УСН-8 со скрепером типа «Короб» и УС-10 со скрепером типа «Стрела».

Производительность скреперной установки:

$$Q = \frac{V_{\text{н\acute{e}}}\varphi\rho}{T_{\text{ц}}} z, \text{ кг/с}$$

где  $V_{\text{ск}}$  – емкость скрепера,  $\text{м}^3$ ;  
 $\varphi$  – коэффициент заполнения (0,9–1,2);  
 $z$  – количество скреперов;  
 $T_{\text{ц}}$  – время одного цикла.

Общее сопротивление перемещения рабочего органа скреперной установки, работающей в двух навозных канавках

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4, \text{ Н}$$

где  $P_1$  – сопротивление движения рабочей ветви;  
 $P_2$  – сопротивление перемещению при холостом ходе ветви;  
 $P_3$  – сопротивление на преодоление инерционных сил;  
 $P_4$  – сопротивление на направляющем ролике от набегающей ветви каната.

Мощность на привод скреперной установки

$$N = \frac{P_{\text{н}} Q_{\text{н\acute{d}}}}{\eta}, \text{ Вт}$$

где  $\eta$  – КПД передач.

Гидравлические способы удаления навоза по сравнению с механическими средствами характеризуются большей долговечностью и меньшей металлоемкостью, отсутствием электроприводов и движущихся частей в самих животноводческих помещениях. Недостаток: требуется высокое качество строительных работ. Все гидравлические системы состоят из продольных и поперечных каналов, навозосборников, насосных станций и вспомогательного оборудования (шибера, заслонки и т. п.). Сечения каналов могут быть прямоугольной формы и трапецевидной формы. Различают два способа удаления жидкого навоза из помещений (смывной, самотечный). При смывной системе навоз удаляется струей воды (смывные на-

садки и бачки). Смывные бачки емкостью 0,5–1  $\text{м}^3$  устанавливают в начале каждого продольного канала на высоте 2 м. Сброс воды – 2 раза в сутки. Длина продольного канала не более 40 м, поперечный канал – на 300 мм глубже продольного. Недостаток – большой расход воды и высокая влажность воздуха в помещении. Лотково-отстойная система удаления навоза основана на периодическом накоплении навоза в каналах и удалении его самотеком при открытии шибером и пуском воды. Каналы при этом делают с полукруглым дном и шириной по верху 60–80 см. Поперечный канал соединяют с навозосборником. Накопление навоза в каналах длится 3–4 дня. Количество воды, добавляемое в навоз, составляет 10–15 л на голову КРС и 1–1,5 л на свинью. Недостатки: сильная загазованность помещения во время удаления навоза из каналов и относительно большой расход воды. Рециркуляционная система повторяет лотково-отстойную с той лишь разницей, что вместо воды используется осветленная жидкая фракция из навозосборника. Эта жижа перекачивается по асбоцементным или чугунным трубам диаметром 250–300 мм.

Самотечная система удаления навоза основана на способности его течь по горизонтальной плоскости или наклонной с  $i = 0,005$ – $0,006$ . В поперечном канале-коллекторе удаление навоза осуществляется смывом водой или осветленной жижой. В конце каждого продольного канала имеется порожек, шибер и гидрозатвор. Порожек необходим для нормального функционирования системы в самотечном режиме, шибер – для запуска системы, гидрозатвор препятствует проникновению газов из поперечного канала. Поперечный канал на 30–50 мм глубже продольного. Смыв – 3–4 раза в сутки. Запуск системы на самотечный режим осуществляется через 10–14 дней после постановки животных, когда уровень навоза в канале не достигает решетки на 15–20 см. скорость движения навоза – 1 см/час. Эта система требует минимального расхода воды (наливается на дно лотка до уровня порожка), но высокого качества строительства (шероховатость стенок лотков, постоянство ширины, уклон дна, фильтруемость через стенки), влажности и равномерности заполнения лотка навозом. Система работает при  $W = 87$ – $90$  %.

При горизонтальном дне продольного канала высота порожка  $h = 0,1$  м, при уклоне  $i$ :

$$H_n = iL + 0,1, \text{ м}$$

Длина канала не превышает 50 м.

Глубина продольного канала максимальная:

$$H_{\max} = h_{\text{п}} + h_{\text{сл}} + i_{\text{п}}L + h_3,$$

где  $h_{\text{сл}}$  – толщина слоя навоза над порожком (0,05–0,15 м);

$i_{\text{п}}$  – уклон поверхности навозной массы в канале;

$h_3$  – минимальное расстояние от поверхности навозной массы в начале канала и решеткой (0,15–0,2 м).

Минимальная глубина канала  $H_{\min} = H_{\max} - iL$ , но она в любых случаях не должна быть меньше 0,6 м.

Уравнения материальных балансов навоза при разделении на фракции:

$$M_{\text{н}} = M_{\text{ос}} + M_{\text{ж}} \text{ и } M_{\text{н}}X_1 = M_{\text{ос}}X_2,$$

где  $M_{\text{н}}$  – масса навоза, поступающего на разделение;

$M_{\text{ос}}$  и  $M_{\text{ж}}$  – масса осадка и жидкой фракции;

$X_1$  и  $X_2$  – содержание твердой фракции в исходной массе навоза и в осадке).

Масса жидкой фракции:

$$M_{\text{ж}} = M_{\text{н}} - M_{\text{ос}} = M_{\text{н}} - M_{\text{н}} \frac{X_1}{X_2} = M_{\text{н}} \left( 1 - \frac{X_1}{X_2} \right).$$

Навоз обеззараживают. Химический способ обеззараживания осуществляется путем добавления серной кислоты или едкого натра. Добавление химических веществ также для уничтожения неприятного запаха сероводорода и производных азота. Например, в Швеции применяют для этого сульфат аммония в количестве 14 кг/м<sup>3</sup>. В Финляндии используют препарат «Дуодор», состоящий из сульфата железа, биосульфата кальция и гидрокалийного метансульфата. «Дуодор» разбавляют водой и заливают в навозохранилище из расчета 1 л на 5 м<sup>3</sup> навоза и перемешивают. Стоимость химического способа обработки очень высокая.

Термический способ состоит в нагревании жидкого навоза до  $t = 95$  °С. Стоимость энергии (электрической, топлива) высока, поэтому его не применяют. Биологический способ состоит в активизации деятельности микроорганизмов навоза, которые под действием вырабатываемых ими ферментами разлагают белки, жиры и углеводы инфицирующих микробов и используют их для роста собственной биомассы. Различают аэробные и анаэробные методы обработки в зависимости от того, какие микроорганизмы преобладают.

Аэробные методы протекают при постоянном наличии в жидком навозе растворенного кислорода. Для этого жидкую навозную массу постоянно перемешивают и продувают через нее воздух. Если температура массы будет находиться в пределах 20–30 °С, процесс называется мезофильным (мезофильные аэробы преобладают), если при  $t = 30$ –40 °С – термофильным (преобладают термофильные аэробы). При отсутствии в массе кислорода происходит аэробное брожение, которое называют метановым. Здесь также процесс может происходить при преобладании мезофильных анаэробов (30–35 °С) и термофильных (50–55 °С). Первый способ наиболее широко используется на фермах и животноводческих комплексах промышленного типа. Второй – при очистке промышленных и бытовых стоков.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какова должна быть конечная продолжительность утилизации навоза?
2. Каким методом можно ускорить разделение навоза?
3. Почему возрастает липкость навоза при низкой температуре?
4. Что является основным фактором сохранности молока?
5. Какой показатель характеризует правильность работы доильной установки?
6. Каково время охлаждения молока?
7. Какими бывают типы доильных установок?
8. С какой целью применяют доильные площадки?
9. Почему необходимо быстро охлаждать молоко?
10. В чем сущность пастеризации молока?
11. Что называется тактом сосания?
12. Какие компоненты определяют скорость доения коров?
13. Перечислите способы охлаждения молока.
14. Каким методом осуществляется доение коров?
15. Каким образом осуществляется извлечение жира из молока?
16. Как определить потребное количество доильных установок?
17. С какой целью в доильных установках применяют различные типы насосов?
18. Из каких мощностей складывается суммарная мощность на привод скребковых транспортеров?
19. Как определить качество молока?

20. Дать классификацию навозоуборочных транспортеров.
21. Что называется сепарированием?
22. Какие способы сепарирования вы знаете?
23. По какому принципу работают молочные сепараторы?
24. По какому принципу работают холодильные установки?
25. По какому принципу работают пастеризаторы?
26. Классифицируйте пастеризаторы по времени выдержки пастеризованного молока.
27. Описать технологию удаления и утилизации навоза на фермах КРС при беспривязном способе содержания.
28. Описать технологию удаления и утилизации навоза на фермах КРС при привязном способе содержания.
29. Описать устройство, работу и вычертить схему скребкового транспортера кругового движения для уборки навоза ТСН-3,0Б.
30. Описать устройство, работу и вычертить схему скребкового транспортера кругового движения для уборки навоза ТСН-160, ТСН-160А.
31. Описать устройство, работу и привести техническую характеристику транспортеров кругового движения для уборки навоза ТСН-240 и ТСН-80.
32. Описать устройство, работу и отличительные особенности канатно-скреперных установок для уборки навоза УС-Ф-170; УС-250.
33. Описать устройство и работу шнековых транспортеров для уборки навоза.
34. Привести классификацию гидравлических систем удаления жидкого навоза из помещений и описать самотечную систему периодического действия.
35. Привести классификацию гидравлических систем удаления жидкого навоза из помещений и описать рециркуляционную систему удаления навоза.
36. Привести классификацию систем удаления жидкого навоза из помещений и описать самотечную систему удаления навоза непрерывного действия.
37. Описать устройство, работу и вычертить схему установки для транспортировки навоза УСН-8.
38. Описать устройство, работу и вычертить схему шнекового насоса для транспортировки жидкого навоза НШ-50.
39. Описать устройство, работу и вычертить схему пневматической установки для транспортировки навоза.
40. Описать устройство, работу и вычертить схему установки УТН-10, предназначенной для транспортировки навоза.

41. Описать устройство, работу и вычертить схему установки для обеззараживания и хранения навоза.
42. Описать основные требования и основы технологии машинного доения.
43. Описать устройство, работу и вычертить схему ротационного вакуумного насоса.
44. Описать устройство, работу и вычертить схему водокольцевого вакуумного насоса.
45. Описать устройство, работу и вычертить схему доильного аппарата АДУ-1 двухтактного исполнения.
46. Описать устройство, работу и вычертить схему доильного аппарата АДУ-1-03 (низковакуумного).
47. Описать устройство, работу, отличительные особенности и вычертить схему доильной установки ДАС-2В и АД-100Б.
48. Описать назначение и общее устройство доильного агрегата АДМ-8А.
49. Описать устройство, работу и вычертить схему устройства зоотехнического учета молока УЗМ-1А.
50. Описать устройство и работу автоматизированной доильной установки.
51. Описать устройство, работу и вычертить схему очистителя-охлаждителя молока ОМ-1.
52. Привести классификацию оборудования для пастеризации молока.
53. Описать устройство, работу и вычертить схему пастеризатора молока П-12.
54. Привести классификацию оборудования для сепарирования молока.
55. Описать общее устройство и принципы работы холодильной установки.
56. Описать устройство, работу и вычертить схему танка-охлаждителя молока SM-1200 (SM-1250).
57. Описать устройство, работу и вычертить схему танка-охлаждителя молока ТОМ-2А.

## ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ МОДУЛЯ

Таблицы и схемы к лекции «Техническое обеспечение процессов содержания животных:

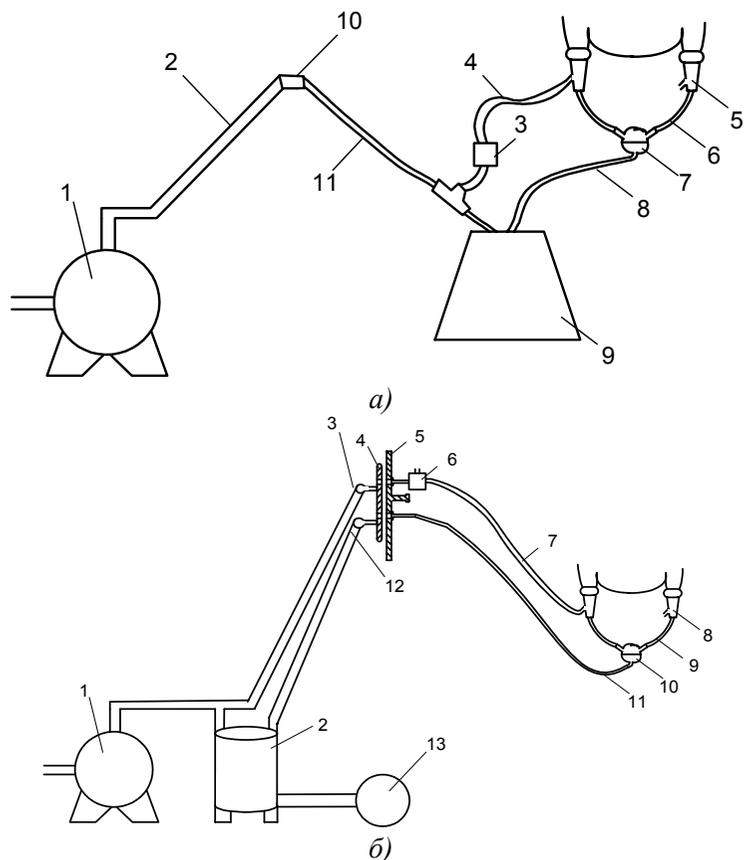


Рисунок 13 – Принципиальные схемы доильных установок:

- а)* с доением в ведро (1 – вакуумный насос; 2 – вакуумный трубопровод; 3 – пульсатор; 4 – шланг; 5 – гильза; 6 – резина сосковая; 7 – коллектор; 8 – шланг молочный; 9 – ведро доильное; 10 – кран; 11 – шланг);
- б)* с доением в молокопровод (1 – вакуумный насос; 2 – молокоприемник; 3 – трубопровод; 4 – движок крана; 5 – ручка; 6 – пульсатор; 7 – шланг; 8 – гильза; 9 – резина сосковая; 10 – коллектор; 11 – шланг; 12 – трубопровод; 13 – насос молочный)

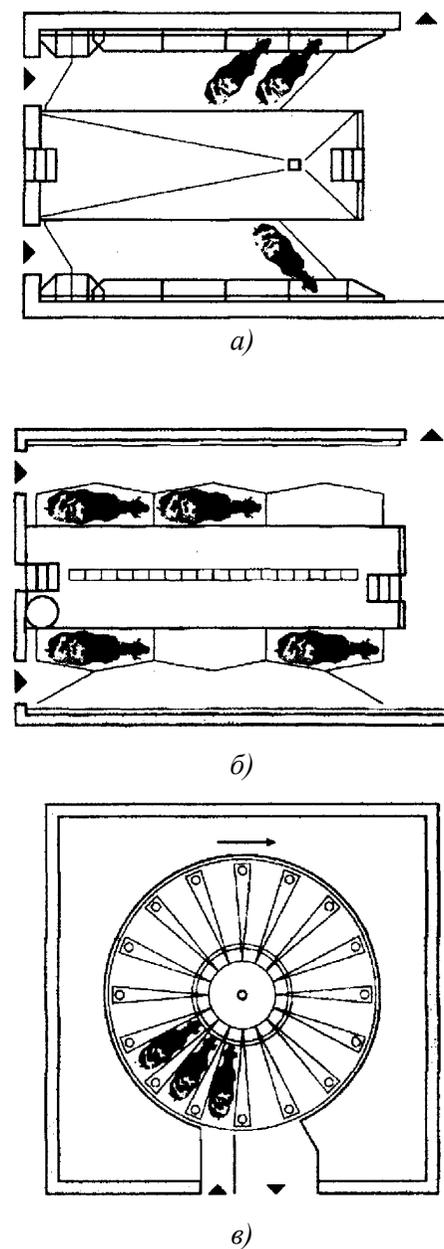


Рисунок 14 – Схемы доильных установок:  
*а)* «Ёлочка»; *б)* «Тандем»; *в)* «Карусель»

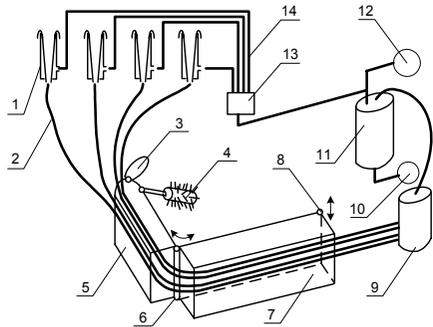


Рисунок 15 – Принципиальная схема доильного робота:

1 – доильный аппарат; 2 – шланг молочный; 3 – сканирующее устройство; 4 – щетки; 5 – рукав; 6 – шарнир; 7 – кожух; 8 – ось; 9 – счетчик молока; 10 – насос молочный; 11 – молокоприемник; 12 – насос вакуумный; 13 – блок пульсаторов; 14 – шланг вакуумный

Таблица 5 – Достоинства и недостатки различных технических решений установок для доения коров

Система доения	Достоинства	Недостатки
АДМ, АДС	<ul style="list-style-type: none"> <li>– простое обслуживание;</li> <li>– простое проведение работ;</li> <li>– непосредственное транспортирование молока;</li> <li>– высокая производительность труда</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– необходимость часто сгибаться оператору машинного доения;</li> <li>– неудовлетворительные условия работы</li> </ul>
Елочка	<ul style="list-style-type: none"> <li>– большой диапазон размеров зала;</li> <li>– высокая производительность труда</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– самая медленно доящаяся корова определяет время смены группы;</li> <li>– быстрая смена группы требует больших затрат труда</li> </ul>
Параллель	<ul style="list-style-type: none"> <li>– короткие пути движения;</li> <li>– высокая производительность труда;</li> <li>– малый риск травм дояра;</li> <li>– быстрый вход и выход животных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– самая медленно доящаяся корова определяет время смены группы;</li> <li>– плохой осмотр коров;</li> <li>– плохой осмотр передних четвертей;</li> <li>– дояр и аппарат подвергаются загрязнению навозом и мочой</li> </ul>
Тандем	<ul style="list-style-type: none"> <li>– очень высокая производительность труда;</li> <li>– хороший осмотр коров и вымени;</li> <li>– возможность разной формы зала;</li> <li>– равномерная работа без стресса животных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– требуется большая площадь доильного зала;</li> <li>– длинный путь движения;</li> <li>– высокие требования к дояру</li> </ul>

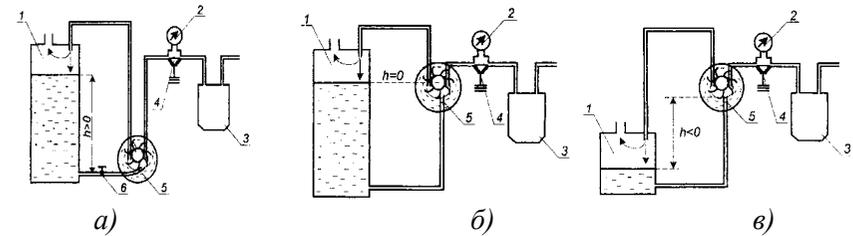


Рисунок 16 – Схемы подачи рециркуляционной воды водокольцевой установки: а) под избыточным давлением; б) всасывание с нулевым гидростатическим давлением; в) всасывание вакуумметрическим давлением; 1 – емкость с водой; 2 – вакуумметр; 3 – молокоприемник; 4 – клапан; 5 – вакуумный насос; 6 – кран

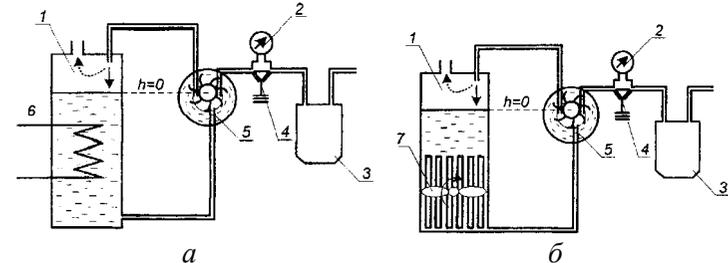


Рисунок 17 – Водокольцевая вакуумная установка с охлаждением рециркуляционной воды: 1 – емкость с водой; 2 – вакуумметр; 3 – молокоприемник; 4 – клапан; 5 – водокольцевой вакуумный насос; б) теплообменник; 7 – вентилятор

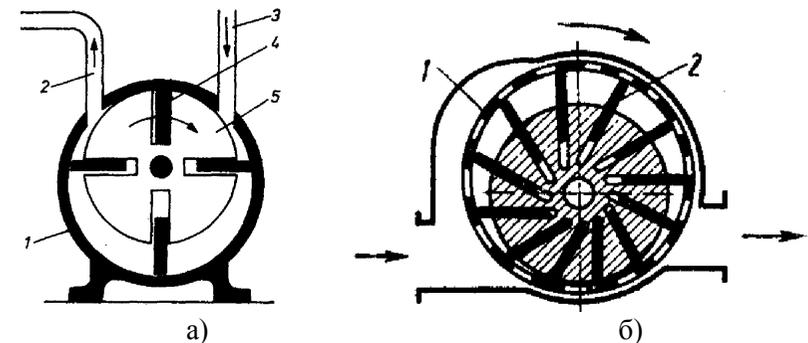


Рисунок 18 – Схемы пластинчатых вакуумных насосов: а) четырехпластинчатый (1 – корпус; 2 – выхлопной патрубок; 3 – патрубок всасывающий; 4 – пластина; 5 – ротор); б) многопластинчатый с беговыми кольцами (1 – кольцо беговое; 2 – пластина)

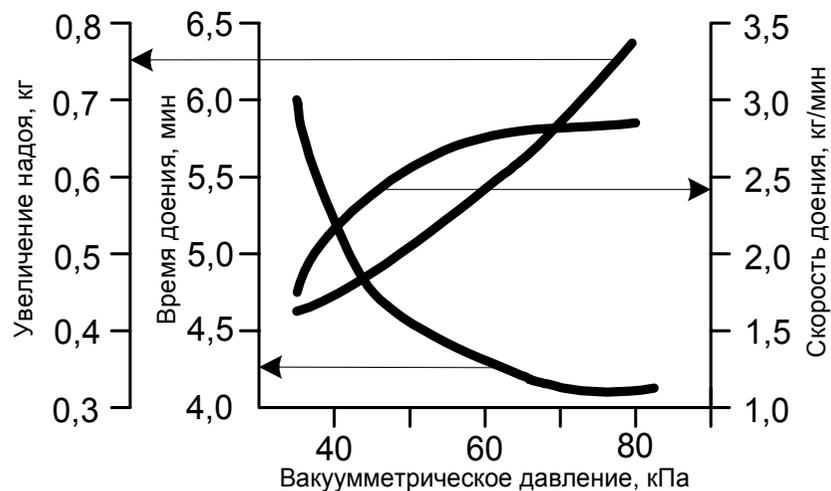


Рисунок 19 – Зависимость скорости доения и величины дооя от вакуума

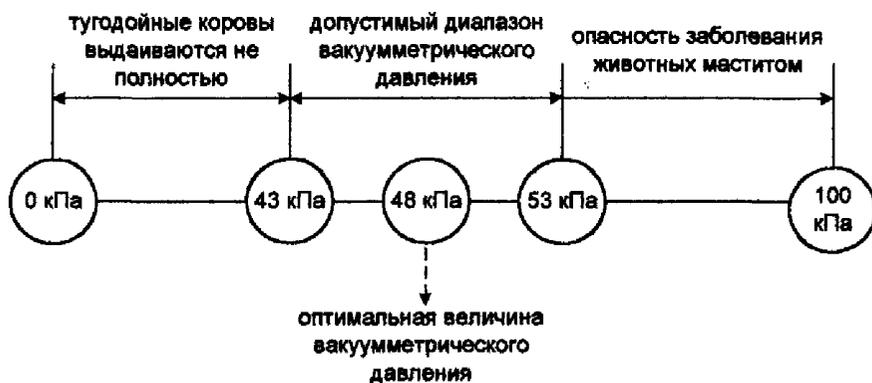


Рисунок 20 – Характеристика диапазонов вакуумметрического давления

Таблица 6 – Требования к молоку

Показатели	Норма для молока сорта			
	экстра	высшего	I сорт	II сорт
Плотность не менее, кг/м <sup>3</sup>	1028	1028	1027	1027
Титруемая кислотность, °T	16–18	16–18	16–18	16–20
Степень чистоты по эталону (группа)	1	1	1	1–2
Бактериальная загрязненность по редуказной пробе (не ниже класса)		1	2	3
Точка замерзания, °C	≤ –0,52	≤ –0,52	≤ –0,52	≤ –0,52
Термоустойчивость по алкогольной пробе (группа)	I–II	I–II	I–II	–
Вкус и запах	Чистые, свойственные коровьему молоку, без посторонних привкуса и запаха			Допускаются слабовыраженные кормовые привкус и запах
Цвет	Белый или белый со слегка желтоватым или кремовым оттенком			
Бактериальная обсемененность, КОЕ/см <sup>3</sup>	–	До 300 тыс.	До 500 тыс.	До 4 млн.
Количество микроорганизмов при 30 °C в 1 мл молока	До 100 тыс.	–	–	–
Количество соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> , не более	$3 \times 10^5$	$5 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$	$1 \times 10^6$

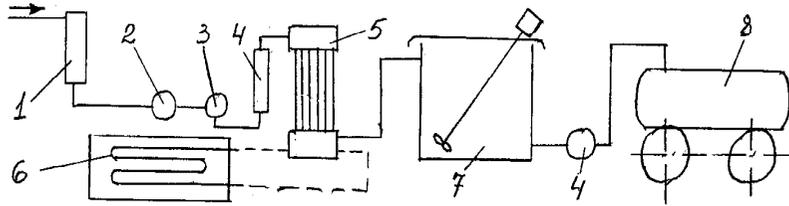


Рисунок 21 – Схема первичной обработки цельного молока:

1 – молокоприемник-воздухоотделитель; 2 – счетчик молока; 3 – молочный насос; 4 – фильтр; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – холодильная установка; 7 – ванна для хранения молока; 8 – цистерна для перевозки молока

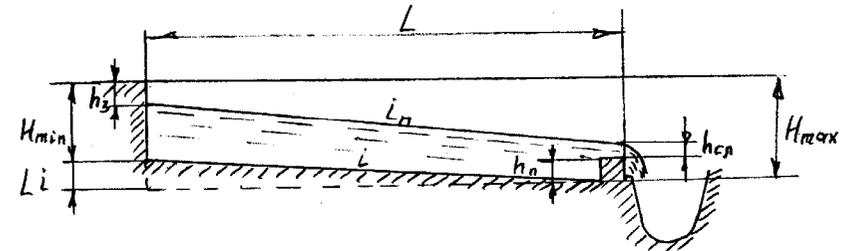


Рисунок 24 – Схема смывной линии навозоудаления

Таблица 7 – Характеристика разделителей навоза

	ГИЛ-32	ГИЛ-52
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	100	66
Влажность твердой фракции, %	82–85	88–91
Материал сит	провол. стальная, оцинкован.	капроновая нить
Размер ячеек, мм		
– верхнее сито	2,8 × 2,8	1 × 1
– нижнее сито	2 × 2	0,7 × 0,7
Назначение	Для свиного	для КРС

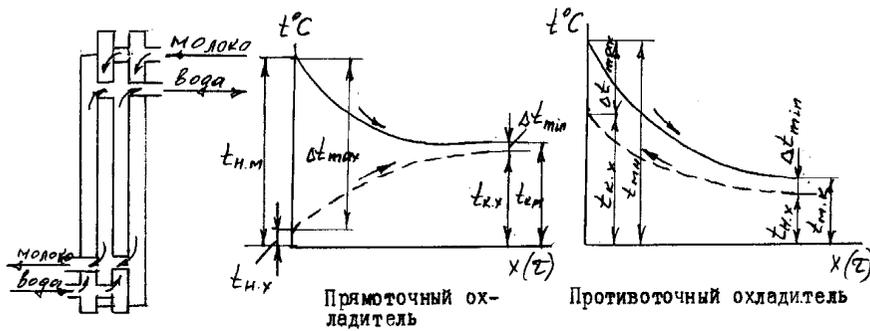


Рисунок 22 – Характер теплообмена в теплообменниках



Рисунок 23 – Типы навозных каналов

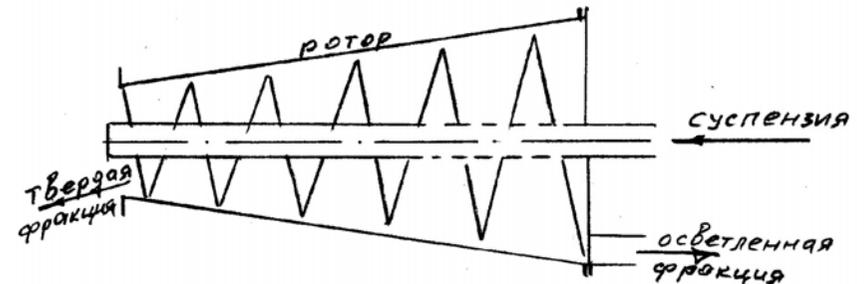


Рисунок 25 – Разделитель навоза

## Материалы к лабораторным занятиям

### Лабораторная работа № 1

#### «Устройство и работа доильных установок с линейным молокопроводом»

##### Проблемы, выносимые на лабораторное занятие:

- 1) устройство и технологический процесс работы доильного аппарата;
- 2) устройство и принцип работы вакуумных насосов;
- 3) устройство и принцип работы дозаторов молока;
- 4) объемно-планировочное устройство доильной установки.

##### Проблема 1 Устройство и технологический процесс работы доильного аппарата

**Задание:** изучить назначение доильных аппаратов типа АДУ, техническую характеристику, устройство и работу.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Доильные аппараты» и образцами доильных аппаратов ознакомиться с устройством пульсаторов и коллекторов, изучить технологический процесс их работы. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику доильных аппаратов, вычертить принципиальную схему доильных аппаратов.

##### Проблема 2 Устройство и принцип работы вакуумных насосов

**Задание:** изучить назначение пластинчатых и водокольцевых вакуумных насосов, техническую характеристику, устройство и работу.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Доильные установки» и образцами вакуумных насосов ознакомиться с устройством насосов, изучить технологический процесс их работы. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику насосов, вычертить принципиальные схемы.

##### Проблема 3 Устройство и принцип работы дозаторов молока

**Задание:** изучить назначение дозаторов молока, техническую характеристику, устройство и работу.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Доильные установки» и образцами дозаторов молока ознакомиться с их устройством, изучить технологический процесс их работы. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику дозаторов, вычертить принципиальные схемы.

### Проблема 4 Объемно-планировочные решения доильной установки АДС

**Задание:** изучить устройство, техническую характеристику и работу доильной установки типа АДС.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Доильные установки» и фрагментом доильной установки ознакомиться с ее устройством, изучить технологический процесс работы. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику установки, вычертить принципиальную схему.

### Лабораторная работа № 2

#### «Устройство и работа доильных установок с доением на площадках»

##### Проблемы, выносимые на лабораторную работу:

- 1) устройство и технологический процесс работы доильного аппарата попарного доения;
- 2) устройство и принцип работы регуляторов вакуума;
- 3) устройство и принцип работы пультов управления доением;
- 4) объемно-планировочное устройство доильной установки «Вест-фаля», УДТ-24, УДЕ-24, УДА-24П.

##### Проблема 1 Устройство и технологический процесс работы доильного аппарата попарного доения

**Задание:** изучить назначение доильных аппаратов попарного доения, техническую характеристику, устройство и работу.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Доильные установки с доением на площадках» и образцами доильных аппаратов ознакомиться с устройством доильных аппаратов попарного доения, изучить технологический процесс их работы. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику доильных аппаратов, вычертить принципиальную схему доильных аппаратов.

##### Проблема 2 Устройство и принцип работы регуляторов вакуума

**Задание:** изучить назначение регуляторов вакуума, техническую характеристику, устройство и работу.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Доильные установки» и образцами вакуумных регуляторов, ознакомиться с устройством регуляторов, изучить технологический процесс их работы. В рабочую тетрадь записать на-

значение и техническую характеристику регуляторов, вычертить принципиальные схемы.

### Проблема 3 Устройство и принцип работы пультов управления доением

**Задание:** изучить назначение пультов, техническую характеристику, устройство и работу.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Доильные установки» и образцами пультов управления ознакомиться с их устройством. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику пультов, вычертить принципиальные схемы.

### Проблема 3 Объемно-планировочное устройство доильной установки «Вестфалия», УДТ-24, УДЕ-24, УДА-24П

**Задание:** изучить устройство, техническую характеристику и работу доильных установок с доением на площадках.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Доильные установки» и фрагментами доильных установок ознакомиться с их устройством, изучить технологический процесс работы. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику каждой установки, вычертить принципиальные схемы.

### Лабораторная работа № 3 «Изучение процессов охлаждения молока»

#### Проблемы, выносимые на лабораторную работу:

- 1) устройство и технологический процесс работы установок для охлаждения молока;
- 2) устройство и принцип работы приборов автоматики.

### Проблема 1 Устройство и технологический процесс работы установок для охлаждения молока

**Задание:** изучить назначение молокоохладительных установок, техническую характеристику, устройство и работу.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Молокоохладительные установки» и образцами молокоохладительных установок ознакомиться с устройством установок. В рабочую тетрадь записать назначение и техническую характеристику молокоохладительных установок.

### Проблема 2 Устройство и принцип работы приборов автоматики

**Задание:** изучить устройство терморегулирующих вентилей, реле давления и термореле.

**Рекомендации по выполнению задания:** пользуясь методическими указаниями «Приборы автоматики» и образцами приборов, ознакомиться с их устройством, изучить технологический процесс их работы. В рабочую тетрадь записать назначение и вычертить принципиальные схемы.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Задание 1

Составить отчет, отразив в нем устройство, принцип работы и основные регулировки установок для индивидуального доения коров (рисунок 26)

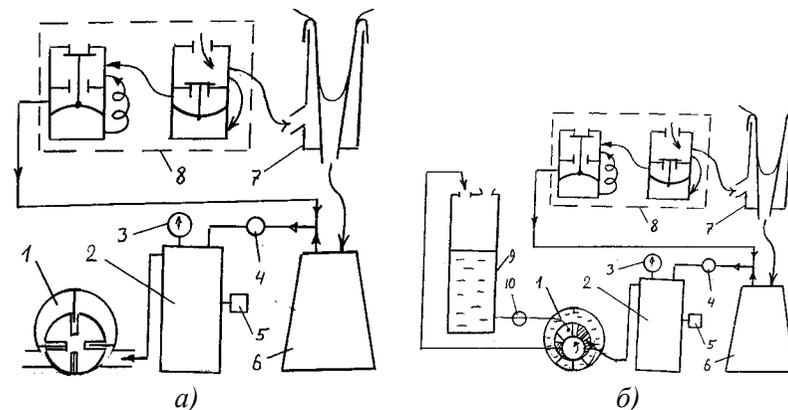


Рисунок 26 – Схема устройств установки для индивидуального доения коров на базе различных вакуумных насосов:

а) пластинчатый; б) водокольцевой; 1 – ротационный насос; 2 – ресивер; 3 – вакуумметр; 4 – кран; 5 – регулятор; 6 – ведро доильное; 7 – стакан доильный; 8 – вибропульсатор; 9 – емкость для воды; 10 – кран

### Задание 2

Составить отчет, отразив в нем устройство, принцип работы и основные регулировки доильных установок с линейным молокопроводом (рисунок 27 и 28)

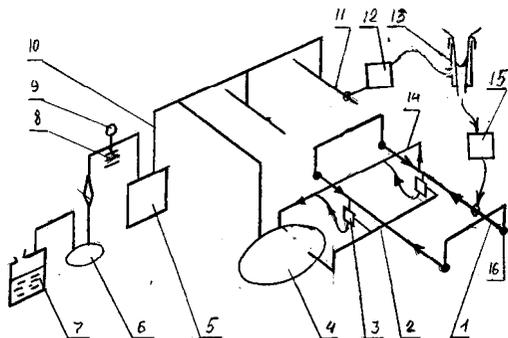


Рисунок 27 – Схема доения коров на доильной установке АДС-100:

- 1 – молочный трубопровод; 2 – трубопровод; 3 – дозатор молока;  
 4 – молокоприемник; 5 – баллон; 6 – насос водокольцевой; 7 – емкость для воды;  
 8 – регулятор вакуумный; 9 – вакуумметр; 10 – трубопровод магистральный;  
 11 – трубопровод вакуумный; 12 – пульсатор; 13 – стакан доильный;  
 14 – трубопровод транспортный; 15 – коллектор; 16 – разделитель

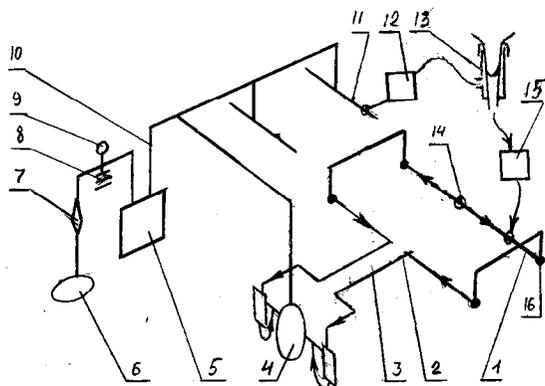


Рисунок 28 – Схема доения коров на установке АДМ-8 на 100 голов:

- 1 – молочный трубопровод; 2 – вакуумный трубопровод; дозатор молока;  
 4 – молокоприемник; 5 – баллон вакуумный; 6 – насос водокольцевой;  
 7 – предохранитель; 8 – регулятор вакуумный; 9 – вакуумметр;  
 10 – трубопровод магистральный; 11 – трубопровод рабочий; 12 – пульсатор;  
 13 – стакан доильный; 14 – разделитель; 15 – коллектор; 16 – петлеподъемник

### Задание 3

Составить отчет, описав в нем устройство, принцип работы и основные регулировки автоматизированных установок (рисунок 29)

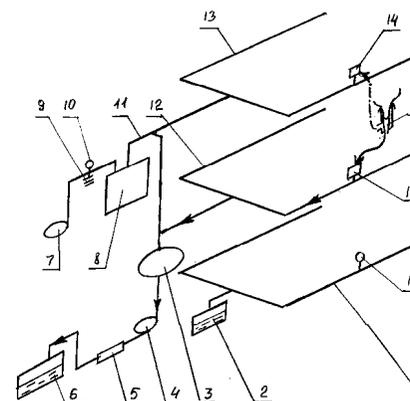


Рисунок 29 – Принципиальная схема доильной установки со стационарными доильными аппаратами (режим доения):

- 1 – трубопровод промывочный; 2 – автомат промывки; 3 – молокоприемник;  
 4 – насос молочный; 5 – фильтр; 6 – установка молокоохладительная;  
 7 – насос вакуумный; 8 – баллон вакуумный; 9 – регулятор вакуума;  
 10 – вакуумметр; 11 – трубопровод магистральный; 12 – трубопровод молочный;  
 13 – трубопровод рабочий; 14 – пульсатор; 15 – стакан доильный;  
 16 – счетчик молока; 17 – головка моечная

### ВАРИАНТЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ

При проведении контроля знаний по модулю на **репродуктивном уровне** студент должен ответить на 70 % тестовых заданий.

**Пример.** Требуемая частота пульсаций пульсатора доильного аппарата обеспечивается:

- 1 – изменением количества вакуумных насосов;
- 2 – изменением скорости вращения ротора вакуумного насоса;
- 3 – заменой пульсаторов;
- 4 – регулировкой поперечного сечения дросселирующего канала;
- 5 – изменением количества применяемых доильных аппаратов.

**На продуктивном уровне** контроля студент должен выполнить 3 задания.

**Пример.** Дать характеристику: типов вакуумных насосов, применяемых для доильных установок; видов регулировок доильного аппарата; основных операций регулирования величины вакуумметрического давления и частоты пульсаций.

**Творческий уровень** контроля знаний предполагает выполнение задания следующего характера.

**Пример.** Какие действия необходимо предпринять при дестабилизации режима доения (АДМ-8, УДТ-24, УДЕ-24, УДА-24П).

### Тестовые вопросы по уровням сложности

#### *Репродуктивный уровень*

##### **Тест 1**

Какие доильные установки комплектуются аппаратами АДУ-1 основного исполнения:

- 1) АДМ-8А;
- 2) ДАС-2Б;
- 3) Вестфалия;
- 4) Альфа-Лаваль?

##### **Тест 2**

С каким максимальным числом доильных аппаратов может работать оператор машинного доения на установках типа АДМ и АДС-200:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4?

##### **Тест 3**

Каково соотношение тактов доильных аппаратов двухтактного исполнения?

- 1) 66/18;
- 2) 66/34;
- 3) 18/66;
- 4) 34/66?

##### **Тест 4**

Каков средний расход воздуха доильным аппаратом, м<sup>3</sup>/ч:

- 1) 2,8;
- 2) 2,2;
- 3) 1,1;
- 4) 0,6?

##### **Тест 5**

При каком такте работы стимулирующего доильного аппарата стенка сосковой резины вибрирует с амплитудой 1,2 мм и частотой 10 Гц:

- 1) сосания;
- 2) сжатия?

##### **Тест 6**

Сколько молочно-вакуумных кранов смонтировано на доильной установке АДС-200:

- 1) 50;
- 2) 100;
- 3) 150;
- 4) 200?

##### **Тест 7**

Назовите минимальную величину расстояния между плитами пластинчатого охладителя молока ОМ-1500, мм:

- 1) 60;
- 2) 70;
- 3) 80;
- 4) 90?

##### **Тест 8**

Как регулируется величина вакуума в системе доильной установки:

- 1) измерением частоты вращения ротора насоса;
- 2) изменением числа задействованных доильных аппаратов;
- 3) напуском резервного воздуха?

##### **Тест 9**

Какой максимальный расход масла допускается пластинчатым вакуумным насосом:

- 1) 30;
- 2) 40;
- 3) 50;
- 4) 60?

### Тест 10

При каком вакуумметрическом давлении осуществляется доение коров, кПа:

- 1) 46;
- 2) 48;
- 3) 50;
- 4) 70?

### Тест 11

Повышение вакуума в системе при доении приводит к:

- 1) заболеванию коров маститом;
- 2) спаданию доильных аппаратов.

### Тест 12

Как регулируется величина расхода масла вакуумным насосом:

- 1) высотой уровня;
- 2) числом нитей;
- 3) величиной вакуума;
- 4) чистотой фитилей?

### Тест 13

Какие марки масел рекомендуется использовать для смазки вакуумного насоса зимой:

- 1) И12А;
- 2) ДС 11;
- 3) ДС 8;
- 4) И20?

### Тест 14

Какие показатели характеризуют физико-механические свойства навоза:

- 1) плотность, влажность, липкость, вязкость, предельное напряжение сдвига;
- 2) влажность, липкость;
- 3) липкость, вязкость, предельное напряжение сдвига;
- 4) вязкость, предельное напряжение сдвига?

### Тест 15

Какими методами разделяют жидкий навоз на фракции?

- 1) в отстойниках-накопителях, выпариванием, механическими средствами;
- 2) выпариванием, механическими средствами, ультразвуком;
- 3) в отстойниках-накопителях;
- 4) механическими средствами?

### Тест 16

Какова минимальная длина изоляционной вставки между вакуумным насосом и вакуумпроводом, исключающая попадание вакуумной линии под напряжение в случае замыкания обмотки электромотора на корпус установки, м:

- 1) 0,1;
- 2) 0,5;
- 3) 1,0;
- 4) 2,0?

### Тест 17

Когда производится очистка вакуумпровода от грязи:

- 1) ежемесячно;
- 2) раз в год;
- 3) 2 раза в год?

### Тест 18

Какие моющие средства используются для промывки доильной установки:

- 1) порошок «Дезмол»;
- 2) порошок А;
- 3) порошок Б;
- 4) порошок В?

### Тест 19

Какова средняя продолжительность доения одной коровы, минут:

- 1) 1;
- 2) 5;
- 3) 7;
- 4) 15?

### Тест 20

Какова периодичность дезинфекции деталей очистителя охладителя зимой:

- 1) один раз в день;
- 2) один в 3–4 дня;
- 3) один раз в неделю;
- 4) один раз в месяц;
- 5) один раз в год?

### Тест 21

Каким образом удаляют молочный камень с теплообменных пластин пастеризационно-охладительных установок ОПФ-1-300:

- 1) ножами;
- 2) скребками;
- 3) 2 %-ным раствором азотной кислоты;
- 4) 3 %-ным раствором соляной кислоты?

### Тест 22

Назовите факторы, влияющие на качество обезжиривания молока:

- 1) число оборотов барабана;
- 2) температура молока;
- 3) кислотность молока;
- 4) продолжительность работы сепаратора;
- 5) увеличение подачи молока?

### Тест 23

Для какой цели подогревают молоко перед сепарированием:

- 1) повышение подачи молока;
- 2) улучшение обезжиривания;
- 3) снижение потребляемой мощности?

### Тест 24

Какую среднюю частоту пульсаций при оптимальной величине вакуума в системе должен обеспечивать пульсатор, пульсов в минуту:

- 1) 45;
- 2) 55;
- 3) 65;
- 4) 75?

### Тест 25

Какова масса подвесной части доильного аппарата АДУ-1, кг:

- 1) 0,8;
- 2) 1,8;
- 3) 2,8;
- 4) 3,3?

### Тест 26

Сколько операторов машинного доения задействовано во время дойки на ферме поголовьем 200 коров с линейным молокопроводом:

- 1) 2;
- 2) 4;
- 3) 6;
- 4) 8?

### Тест 27

Какова производительность ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) вакуумной установки СН-60А:

- 1) 30;
- 2) 40;
- 3) 50;
- 4) 60?

### Тест 28

Какой хладон запрещен Советом Министров РБ к использованию:

- 1) R134a;
- 2) R22;
- 3) R12;
- 4) R404a?

### Тест 29

Какова температура кипения R22 при нормальном атмосферном давлении:

- 1) 29,7 °C;
- 2) 26,5 °C;
- 3) 40,8 °C;
- 4) 24 °C?

## Продуктивный уровень

### Тест 1

Подберите доильные аппараты для соответствующих доильных установок.

Доильная установка:	Доильный аппарат:
ДАС-2Б;	Двухтактный ДА-2М;
АДС-100;	Трехтактный «Волга»;
АДМ-8 (100);	Двухтактный ДА-2М «Майга»;
УДС-3А;	Доильный аппарат СОЖ.
АДМ-8 (200).	

### Тест 2

Приведите в соответствие типы доильных установок и количество операторов.

Доильная установка:	Количество операторов:
ДАС-2Б;	2;
АДС-100;	4;
АДМ-8 (200);	6.
АДС-200;	
УДТ-24;	

### Тест 3

Приведите в соответствие режимы пастеризации, продолжительность выдержки при пастеризации молока и соответствующую температуру пастеризации.

Режим пастеризации:	Температура, °С:	Продолжительность ручных операций, с:
мгновенная;	85–87;	180–240;
кратковременная;	74–78;	120–180;
длительная.	63–65.	50–60.

### Тест 4

Приведите в соответствие режимы пастеризации и применяемое оборудование.

Режим пастеризации:	Пастеризационные установки:
мгновенная;	ванна ВДП-300;
кратковременная;	ванны Г6-ОПБ-300;
длительная.	установка ОПФ-1;
	установка П-12.

### Тест 5

Приведите в соответствие типы доильных установок и количество одновременно обслуживаемых коров.

Доильная установка:	Количество одновременно обслуживаемых коров:
ДАС-2Б;	8;
АДС-100;	6;
АДМ-8 (100);	12.
АДМ-8 (200);	
УДТ-24;	
АДС-200;	
УДС-3А;	
УДЕ-12.	

### Тест 6

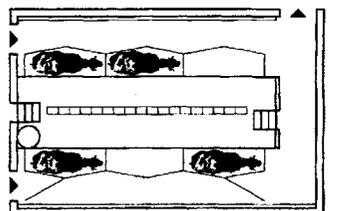
Приведите в соответствие типы доильных установок и время выполнения ручных операций при доении коровы.

Доильная установка:	Продолжительность ручных операций, с:
доение в ведра;	180–240;
доение в молокопровод;	120–180;
доение на площадках.	50–60.

### Тест 7

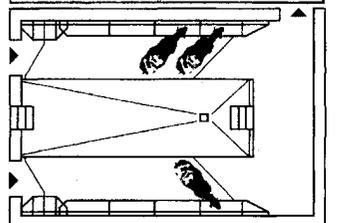
Приведите в соответствие схемы доильных установок и их наименования.

Схема:

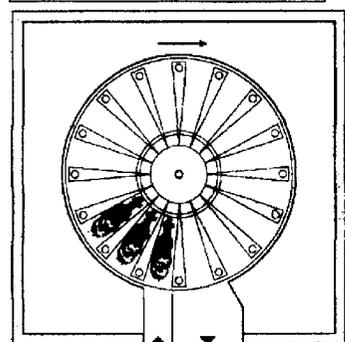


Наименование:

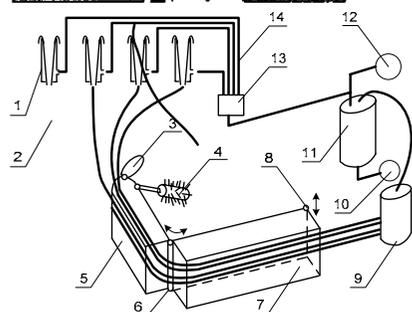
Елочка



Тандем



Карусель



Робот

### Тест 8

Привести в соответствие определения и обозначения диаграммы пульсаций вакуумметрического давления (таблица 8).

Таблица 8

Схема рабочего процесса	Наименование этапов	Обозначение
	– период пульсаций;	$T$
	– длительность фаз нарастания и спада давления;	$T_a$
	– длительность фаз установившегося и остаточного давления;	$T_c$
	– импульсное вакуумметрическое давление;	$T_d$
	– такт сосания;	$P_u$
	– такт сжатия;	$T_a + T_d$
	– давление в подсосковой камере	$T_n + T_d$
		$P_{ст}$

### Тест 9

Привести в соответствие определения и обозначения диаграммы параметров пульсационного цикла (таблица 9).

Таблица 9

Схема рабочего процесса	Наименование этапов	Обозначение
	– падение вакуума в такте сосания;	1
	– падение вакуума в такте отдыха;	2
	– максимальное изменение вакуума в такте сосания;	3
	– минимальное изменение вакуума в такте сосания;	4
	– максимальное изменение вакуума в такте сжатия;	5
	– минимальное изменение вакуума в такте сжатия;	6
	– колебание вакуума в такте сосания;	7
	– колебание вакуума в такте сжатия	8

### Тест 10

Произведите техническое оснащение молочной фермы с привязным и беспривязным типами содержания коров (таблица 10).

Таблица 10

Показатели	Привязное	Беспривязное
Способ кормления: – раздельное кормление – полнорационные кормосмеси		
Кормовая зона: – кормушки – кормовой стол		
Доение: – молокопровод стеклянный – доильный зал		
Танк-охладитель молока: – открытого типа – закрытого типа		
Навозоудаление: – ТСН – скрепер		

### Тест 11

Оцените работоспособности приведенных на рисунках 30 и 31 схем пульсаторов доильного аппарата АДУ-09.

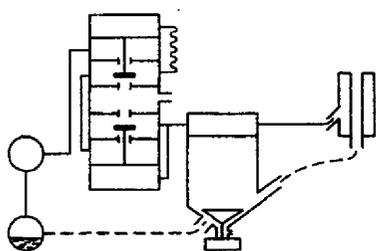


Рисунок 30

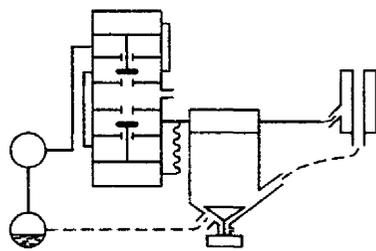


Рисунок 31

### Тест 12

Оцените работоспособности приведенных на рисунках 32 и 33 схем пульсаторов доильного аппарата АДУ-03.

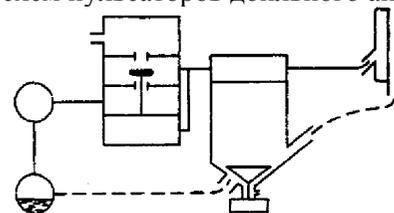


Рисунок 32

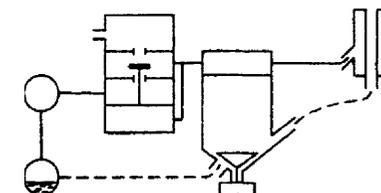


Рисунок 33

### Тест 13

Оцените работоспособности приведенных на рисунках 34 и 35 схем пульсаторов доильного аппарата АДУ-01.

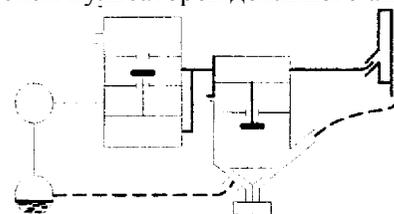


Рисунок 34

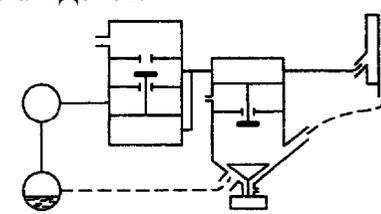


Рисунок 35

### Тест 14

Оцените работоспособности приведенных на рисунках 36 и 37 схем молочного насоса для откачки молока из резервуара-охладителя.

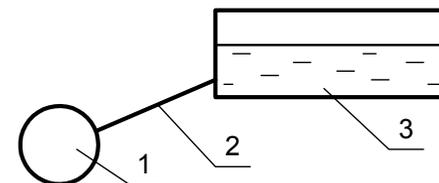


Рисунок 36:

1 – насос; 2 – цистерна; 3 – шланг

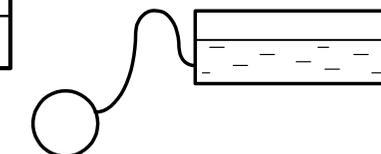


Рисунок 37

**Творческий уровень****Тест 15**

Оцените работоспособности приведенных на рисунках 38 и 39 схем монтажа молочного насоса молокоприемника доильной установки.

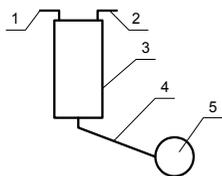


Рисунок 38:

1 – насос; 2 – молокопровод; 3 – вакуумный трубопровод; 4 – молокоприемник; 5 – шланг

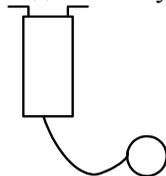


Рисунок 39

**Тест 16**

Выберите работоспособный новый доильный стакан из приведенных на рисунках 40 и 41.

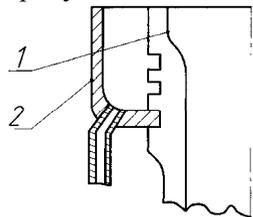


Рисунок 40:

1 – сосковая резина; 2 – гильза

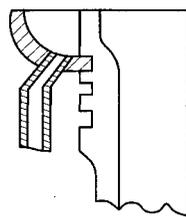


Рисунок 41

**Тест 17**

Докажите наличие неработоспособных дозаторов на рисунке 42.

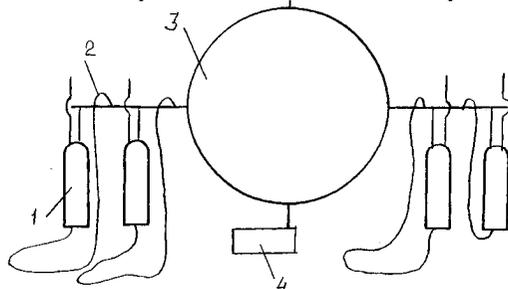


Рисунок 42 – 1 – дозатор; 2 – шланг; 3 – молокоприемник;

97

**Тест 1**

Почему компрессор молокоохладительной установки не включается (нет характерного гудения)?

**Тест 2**

Почему компрессор не включается (защита реле гудит и срабатывает)?

**Тест 3**

Почему компрессор после включения работает частыми циклами?

**Тест 4**

Почему агрегат работает непрерывно?

**Тест 5**

Почему уменьшается количество масла в компрессоре в процессе его работы?

**Тест 6**

Почему возникает стук (шум) в компрессоре?

**Тест 7**

Чем объяснить низкую производительность холодильного агрегата?

**Тест 8**

Почему всасывающий трубопровод покрывается льдом или запотекает?

**Тест 9**

Почему корпус ТРВ покрыт инеем, а в испарителе вакуум?

**Тест 10**

Почему давление нагнетается выше допустимого?

**Тест 11**

Почему давление нагнетания пониженное?

98

## МОДУЛЬ РЕЗЮМЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

### Перспективы развития теории и практики

При содержании высокопродуктивных коров актуальной проблемой является оптимизация среды обитания. Потребление большого количества энергетически насыщенного корма, высокий уровень белкового, углеводного и минерального обмена сопровождаются напряжением ряда физиологических функций, в том числе и уровня естественных защитных сил, что обуславливает большую уязвимость организма действию технических стрессов.

В странах с развитым молочным скотоводством накоплен достаточно большой опыт производства молока по интенсивным технологиям с использованием современного технологического оборудования. Анализ тенденций технологических решений в разных странах и регионах показывает, что будущее в товарном молочном скотоводстве за беспривязной технологией содержания коров (таблица 11).

Предпочтение в Европе и США отдается круглогодичному содержанию коров в помещении беспривязного содержания с выгулом непосредственно рядом с коровником. Для доения используются стационарные установки.

Беспривязная технология содержания дает возможность максимально внедрять автоматизированные системы и компьютеризацию при управлении технологическими процессами. При этом на первом плане стоит не столько сокращение трудозатрат, сколько расширение возможностей племенной работы с помощью компьютера, улучшение кормления благодаря точному составлению рационов, повышение технологической дисциплины на основе автоматизированного управления процессов доения и съема доильных аппаратов. Современные способы содержания животных в молочном скотоводстве предусматривают функциональные помещения с машинами и оборудованием обеспечивающие хорошие условия для животных и получения качественной продукции. Применение рационального способа содержания крупного рогатого скота и использование соответствующей технологии являются основным условием получения высокой продуктивности животных, повышения производительности труда и улучшения качества продукции.

#### Тест 12

Почему давление всасывания повышено?

#### Тест 13

Почему давление всасывания понижено?

#### Тест 14

Какие процессы протекают в конденсаторе?

#### Тест 15

Почему необходимо подогревать пары хладагента перед всасыванием в компрессор?

#### Тест 16

К чему приводит увеличение заземленного объема компрессора?

#### Тест 17

Почему корпус вакуумного насоса имеет волнообразный износ?

#### Тест 18

Почему применяют попарное доение четвертей вымени коров?

#### Тест 19

Как влияет величина вакуумметрического давления на продолжительность доения коров?

#### Тест 20

Можно ли выдоить корову доильным аппаратом с неисправным пульсатором?

#### Тест 21

Почему рабочие ветви вакуумных трубопроводов монтируют стальными трубами, а не пластмассовыми?

#### Тест 22

В каких случаях необходимо регулировать величину расхода масла вакуумным насосом?

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гриб, В.К. Техническое обеспечение процессов в животноводстве : учебник / В.К. Гриб [и др.]; под ред. В.К. Гриба. – Минск : Белорусская наука, 2004. – 830 с.
2. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 гг. – Минск : Белорусская нива, 2005. – № 39.

Таблица 11 – Использование технологий производства молока в различных странах и регионах

Показатели	Удельный вес, %		
	Россия	Европа	США
<b>Доение коров</b>			
В ведра	44	10–12	1–2
В молокопровод	21	60–65	14–15
В доильном зале	21	25–30	84–85
Робот	–	1–2	0,5–1
Вручную	35	–	–
<b>Применение концентратов при доении</b>			
Да	80–85	15–16	5–7
Нет	15–20	80–82	92–93
Кормовые станции	1	25–30	3–5
<b>Раздача кормов</b>			
Раздельно	98–99	25–30	3–5
Кормосмесь	1–2	70–75	95–97
<b>Способ содержания коров</b>			
На привязи	95	30–32	15–16
Без привязи	5	68–70	84–86
Без выпаса	–	15–20	30

Существующие молочные фермы в Республике Беларусь можно условно разделить на пять типов. Первый тип ферм предназначен для привязного содержания, с доением в переносные ведра (коровники на 100 и 200 голов, имеющие небольшие молочные блоки). Второй тип ферм предназначен для привязного содержания и доения в молокопровод (коровники на 200 голов с большими молочными блоками). Третий тип ферм спроектирован для автоматического привязного способа содержания коров и доения в доильных залах и перестроенные для доения в ведра или молокопровод (коровники на 200 или 400 голов с доильным залом, который не используется по назначению). Четвертый тип ферм спроектирован для беспривязного боксового содержания коров с доением в доильном зале и перестроенные для привязного содержания и доения в ведра или молокопровод (коровники по размерам соответствуют расположению боксов и кормового стола, имеют доильный зал, который не используется по назначению); для беспривязного боксового со-

держания с доением в доильном зале (эксплуатируется в соответствии с проектной технологией).

Общим для большинства перечисленных ферм является то, что оборудование отслужило 2–3 нормативных срока и требует полной замены. Дальнейшая эксплуатация устаревшего оборудования ведет к повышению трудозатрат, потере до 40 % молока и делает ферму нерентабельной. Кроме того, капитального ремонта, как правило, требуют и помещения. В этой связи целесообразно модернизировать весь комплекс, изменив технологию содержания скота и организацию труда.

В большинстве хозяйств республики преобладает привязное содержание молочного скота. Областью повсеместного распространения привязного содержания скота в хозяйствах являются как многочисленные комплексы типовых коровников павильонного типа, построенные в 80–90-х годах XX века, так и малые молочные фермы на 100–200 коров. Данный способ содержания имеет свои преимущества (особенно в племенном скотоводстве). При привязном содержании животных благоприятные условия для индивидуального кормления и обслуживания каждой коровы в соответствии с ее продуктивностью и физиологическими особенностями обеспечиваются наличием постоянного места кормления и поения, отдыха и доения. В тоже время этот способ затрудняет проведение систематического моциона животных и механизацию ряда технологических операций, снижая нагрузку и производительность труда оператора. Применяемые на таких фермах доильные аппараты в большинстве своем характеризуются единообразно-неадаптивным воздействием вакуума на молочную железу выдаиваемого животного при неизменяемых рабочих параметрах доения. Они не обладают свойством гибко приспосабливаться к изменению молокоотдачи, учету физиологических особенностей лактирующих особей.

Беспривязный способ содержания животных позволяет коровам больше двигаться и обеспечивать собственные потребности, получая активный моцион и снижая выбраковку по бесплодию (на 15–25 %). Производственные площади лучше используются и создаются более благоприятные условия для работы операторов машинного доения и обслуживающего персонала – снижаются затраты труда на доение и обслуживание, повышается производительность. Однако преимущества беспривязного содержания реализуются только при наличии хорошей кормовой базы и опытного персонала.

Беспривязный способ содержания коров рекомендуется в трех основных вариантах: боксовый (с разделением зон кормления и от-

дыха животных кормонавозным проходом); комбибоксовый (в боксах, примыкающих к кормушкам); групповой (на глубокой несменяемой или периодически сменяемой подстилке).

При беспривязном содержании здание коровника разделяется на секции для раздельного содержания различных групп (коровы первых двух месяцев после отела, коровы средней продуктивности, высокопродуктивные коровы, сухостойные; допускается выделение группы первотелок). В каждой секции должен быть выход на выгульно-кормовой двор. При боксовом содержании для каждой коровы в секциях определено индивидуальное место для отдыха.

Боксы могут быть изготовлены из дерева, металла, а также при комбинированном использовании этих двух материалов. В помещениях боксовые стойла могут быть расположены однорядно, двухрядно и с комбинированным решением, при постоянном и съемном их обустройстве. Многорядное размещение индивидуальных боксов в секциях производится аналогично размещению стойл при привязном содержании. Высокопродуктивные коровы должны отдыхать лежа 12 часов в сутки. Поэтому им нужны комфортные боксы с теплой гигиенической подстилкой (резиновые, пластик с воздушными полостями, многослойные матрасы, солома, грунт). Разделители боксов предусматривают из одного или двух горизонтальных или гнутых элементов (брусков, труб). Нижний горизонтальный ограждающий элемент для взрослого крупного рогатого скота делают на высоте 0,50–0,55 м от пола бокса.

При устройстве в конце боксов (комбибоксов) решетчатого пола длина сплошной части бокса должна быть 1,4–1,6 м. Направление элементов решеток следует выбирать перпендикулярно основному движению скота. Планки решетчатого пола должны иметь сплошную рабочую поверхность. Ширина планок и просветов железобетонных решеток должна составлять 12 и 4,5 см, а решеток из других материалов – 5 и 3,5 см соответственно. Размер боксов определяется таким образом, чтобы длина позволяла корове свободно отдыхать лежа, а ширина – поворачиваться на другой бок (таблица 12). При комбибоксовом содержании применяют устройство, ограничивающее передвижение коровы в сторону кормового стола или кормушки.

При определении количества коров в группах, содержащихся в одном помещении, руководствуются таким правилом: численность коров должна делиться без остатка на число мест в доильной установке, а коров должно быть не более 100 в одном помещении (секции). Это условие необходимо соблюдать при любом варианте беспривязного содержания коров. Если вместимость помещения в не-

сколько раз больше, чем рекомендуемое число коров для одной секции, то помещение разделяют на секции перегородками, которые не должны препятствовать удалению навоза и свободному проходу коров к местам для отдыха, кормления и на выгульную площадку. Поилки для воды нельзя устанавливать в местах отдыха коров.

Для обеспечения нормальных зооигиенических условий содержания, организации обслуживания животных и поддержания удовлетворительного санитарного состояния большое значение имеют размеры кормонавозного прохода. Ширина его (расстояние между конечной частью пола и линией кормораздачи) должна быть не менее 2,7 м. При четырехрядном продольном размещении боксов такие размеры могут быть обеспечены при внутренней ширине коровника не менее 21 м. При ширине коровника 24 м можно иметь вдоль продольных стен служебные проходы. Учитывая нормы технологического проектирования для ферм крупного рогатого скота, рациональное расположение машин и оборудования, их габаритные размеры, ширина кормонавозных проходов, каждый комплект машин, увязанный между собой по производительности, должны быть, предусмотрены и размещены в коровнике таким образом, чтобы достигнуть максимальной вместимости животноводческого помещения.

Таблица 12 – Оптимальные размеры боксов для коров черно-пестрой породы, см

Годовой удой, кг	Живая масса, кг	Боксы для отдыха		Комбибоксы (совмещенные с кормушками)	
		Ширина	Длина	Ширина	Длина
3000–3500	400–450	100	200	105	155
3500–4000	450–500	105	205	110	160
4000–4500	500–550	110	210	115	165
4500–5000	550–600	115	215	120	170
5000–5500 и выше	600–650	120	220	125	175

## Перспективы применения знаний, которые получили студенты

Развитие агропромышленного комплекса на современном этапе обеспечивается внедрением достижений научно-технического прогресса. Например, доение коров и охлаждение молока представляет собой неразрывную технологическую линию и является одним из наиболее трудоемких процессов на молочно-товарных фермах. Практика эксплуатации доильных установок выявила связь стабильности режимов доения коров и качества молока. Установленное на фермах и комплексах современное технологическое оборудование и машины должны находиться в высокой степени технической готовности. Простой их приводит не только к потерям продукции, но и к снижению производительности труда. Так, при нарушении режима доения на 1–2 ч молокоотдача снижается на 1–2 %, исходная продуктивность восстанавливается только через 7 дней. Кроме того, задержка при доении коров вызывает дополнительное напряжение вымени и болезненные реакции, что может способствовать его заболеванию.

Отечественный рынок располагает большим разнообразием высокотехнологичных доильных машин, в различной степени удовлетворяющих физиологическим механизмам молокоотдачи. Доильная техника постоянно комплектуется элементами автоматизации управления процессом доения – пневматическими датчиками, электронными системами и микропроцессорами. Причиной снижения работоспособности доильных и холодильных установок на животноводческих фермах и комплексах является старение, износ деталей, работающих в неблагоприятных условиях и в агрессивных средах. Для поддержания работоспособности машин и оборудования необходимо постоянно проверять и в полном объеме проводить все операции технического обслуживания. Это обстоятельство обуславливает возникновение потребности в разработке и реализации новых прогрессивных технологий и оборудования, позволяющих механизировать ремонтно-обслуживающие работы, контролировать работу отремонтированных установок в стационарных условиях.

В настоящее время на рынках дальнего и ближнего зарубежья появилось специальное оборудование, приборы и инструмент для диагностики отказов и проверки качества работы отремонтированной доильной техники. Для определения дефектов используется портативная диагностическая аппаратура, а при ремонте – специальное малогабаритное оборудование. Применение современных

диагностических и измерительных приборов, предназначенных для технического сервиса систем доения коров и охлаждения молока, позволяет повысить качество их ремонта и с большой точностью диагностировать причины отказов, возникающих в процессе эксплуатации.

Как показывает опыт, серьезные ошибки в монтаже и эксплуатации доильных и холодильных установок составляют главную причину неудовлетворительной их работы. Выявляемые ошибки эксплуатации доильных установок вызваны часто игнорированием элементарных требований монтажа и технического обслуживания. С экономической стороны они вызывают многократное удорожание стоимости мероприятий по устранению отказов. Отказ доильных и холодильных установок вызывает порчу большого количества ценного продукта. Поэтому в процессе эксплуатации важно своевременно обнаруживать, устранять, а также предупреждать неисправности. В обеспечении работоспособности доильного и холодильного оборудования важную роль играет подготовка высококвалифицированных кадров рабочих профессий и инженерно-технических работников.

Полученные по дисциплине знания студенты могут использовать в различных ситуациях. Например, основным направлением в развитии овцеводства так же, как и в других отраслях животноводства, является интенсификация отрасли на базе специализации, концентрации, строительства крупных овцеводческих механизированных комплексов и ферм, внедрении передовой технологии и научной организации производства. Перед учеными и практиками-овцеводами стоит задача разработать прогрессивную технологию по содержанию овец на комплексах промышленного типа, которая позволит обеспечить снижение затрат труда на производство 1 ц баранины до 10–12 ч (в настоящее время 60–90 ч) и шерсти – 70 ч (300–400 ч). На мелких фермах добиться таких показателей невозможно. Основой для повышения продуктивности и увеличения поголовья овец являются корма. Без наличия прочной кормовой базы невозможно успешно вести овцеводство. В кормовую базу овцеводства входят выгульные угодья для подножного скармливания дикорастущих и сеяных трав, а также посевные площади под кормовые культуры для сена, сенажа, силоса, приготовления травяной муки, комбикормов и гранул. Выгулы могут эффективно использоваться только в летний и весенне-осенний периоды до наступления заморозков и возникновения снежного покрова. В зимний период при содержании овец в отарах необходимо иметь достаточное количество

во сена, сенажа, силоса и других кормов. Заготовка кормов впрок сейчас уже не сводится только к приготовлению сена и силоса. На крупных овцеводческих комплексах, которые имеют большую концентрацию поголовья овец на небольшой территории, применяются и такие способы заготовки кормов, как сенажирование с применением химических консервантов, искусственная сушка травы, гранулирование. Приготовление высококачественного комбикорма производится с добавлением в измельченные зерновые концентраты различных кормовых добавок и премиксов, обеспечивающих сбалансированность их по питательности. Молоко овец по содержанию питательных веществ значительно богаче коровьего. Если в коровьем молоке содержится 3–5 % жира, то в овечьем – 6,5–7 %. В овечьем молоке содержится 5 % белков, около 4,5 молочного сахара, более 1 % минеральных веществ, т. е. в 1,5–2 раза больше, чем в коровьем молоке. Молоко овец используют для переработки на брынзу и сыр, которые отличаются хорошими вкусовыми качествами и высокой питательностью. Для доения овец созданы специальные доильные установки ДЗО-8, ДЗС-16, М-695, «Альфа-Лаваль».

Полученные знания студенты могут использовать при планировании технологических линий. При механизированных или частично механизированных процессах операции обычно разобщены и не составляют единого производственного потока. Машинный способ производства требует объединения всех последовательных операций в единый производственный процесс, что достигается устройством механизированных линий. Под производственной линией следует понимать такую совокупность дополняющих друг друга машин, которая обеспечивает выполнение данного технологического процесса. Если машины линии действуют одновременно и согласованно по производительности, при этом каждая из них последовательно и непрерывно передает продукт обработки следующему устройству, то такую линию называют поточной (таблица 13). При поточной механизации продукт, полученный в результате работы предыдущей машины, является исходным материалом для последующей, т. е. операции на всех рабочих местах выполняются в промежутки времени, равные или кратные ритму потока при непрерывном движении обрабатываемого продукта. Комплекс машин представляет собой как бы соединительный мостик между первичным сырьем и готовым продуктом обработки. Ритмом или шагом потока называется интервал времени, за который поточная линия выпускает партию готовой продукции. Например, свинокомплекс выпускает 300 свиней в сутки. Здесь ритм работы равен одним суткам. Проме-

жуток времени между выпуском двух последовательных изделий называется тактом. Так, при выпуске 300 свиней в сутки, такт комплекса составит  $24 : 300 = 0,08$  ч. Темп потока характеризует интенсивность работы поточной линии. Он является величиной, обратной ритму, и показывает количество единиц готовой продукции выпускаемой в единицу времени (производительность линии).

Таблица 13 – Характеристика технологических процессов

Наименование	Прерывный	Непрерывный
Поточный (действие машин)	Смешивание кормов, Запаривание картошки	Кормление, Доение, Стрижка овец
Непоточный (обусловлен действием, потребностями животного)	Вентиляция помещений (по мере необходимости) Поение животных (по мере желания)	Прирост живой массы, Образование шерсти, Образование молока (действие животных)

При производстве продуктов животноводства один вид потока может переходить в другой. Особенно это заметно в цепочке: приготовление кормов → кормление → переваривание корма (образование продуктов животноводства). Чтобы каким-то образом сгладить прерывность потока, вынуждены идти на создание промежуточных емкостей для хранения материалов, движущихся в потоке (корма, вода, молоко и др.). Чтобы определить размеры промежуточных емкостей для хранения материалов, строят графики суточные и почасовые их потребления или расходования. Основной структурной единицей материально-технической базы на животноводческих фермах является поточная технологическая линия. При проектировании поточных линий должны соблюдаться следующие требования: детальное разделение процесса производства на операции; постоянное закрепление отдельных операций за рабочими местами, специализация оборудования, расположение его по ходу производственного процесса, специализация транспортных средств, непрерывность потока в технологически определенное время, синхронизацию операций. Составление рационов для данных конкретных условий хозяйства довольно трудоемко. Поэтому в последнее время все чаще для этого в передовых хозяйствах привлекают ЭВМ. Занимаются составлением рационов зоотехники. Проектные орга-

низации, как правило, пользуются средними типичными для данного региона рациона, составленными научными организациями.

По такой методике определяется потребное количество данного вида корма каждой группе животных, имеющих одинаковый рацион. Далее определяют потребное количество кормов в сутки на всю ферму:

$$Q_1 = a_1 m_1 + a_2 m_2 + \dots + a_n m_n;$$

$$Q_2 = b_1 m_1 + b_2 m_2 + \dots + b_n m_n;$$

...

$$Q_n = z_1 m_1 + z_2 m_2 + \dots + z_n m_n,$$

где  $Q_1; Q_2 \dots Q_n$  – суточная потребность в различных кормах для всей фермы, кг;

$a_i; b_i, \dots z_i$  – норма скармливания данного вида корма одному животному в сутки, кг;

$m_1; m_2, \dots m_n$  – число животных в каждой группе, имеющей одинаковый рацион.

Суточная производительность кормоцеха:

$$Q_c = \sum Q_i = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n, \text{ кг/сут.}$$

Необходимо учитывать, что рационы составляются для зимнего и летнего периода. Продолжительность зимнего периода для условий Республики Беларусь принята равной 210 дней летнего – 155 дней. При определении суточной производительности кормоцеха необходимо принимать максимальный расход кормов. В зависимости от принятой кратности кормления животных (двух или трехразовое) и процентного распределения кормов по дачам определяют производительность каждой технологической линии. Для этого необходимо знать зоотехническую норму продолжительности одного кормления животных. В настоящее время она установлена равной 2 часа. При расчете производительности линии необходимо знать, что некоторые процессы кормоприготовления, отличающиеся большой продолжительностью (запаривание соломы, картофеля) можно начинать с таким расчетом, чтобы к началу переработки остальных видов кормов картофель или солома были уже готовы для загрузки в смеситель. Это, с одной стороны, позволит увеличить общую продолжительность работы данной линии в сутки и тем самым обойтись меньшим количеством оборудования, с другой – обеспечить

лучшее качество смешивания при одновременном поступлении всех видов кормов в смеситель. Для каждой технологической линии определяют состав операций для выполнения технологического процесса, составляют технологическую схему и производят выбор машин по методике, изложенной в предыдущей лекции. Например, для линии переработки картофеля для свиней состав операций: подача на транспортер хранилища → транспортирование из хранилища в кормоцех → мойка и отделение камней → загрузка в запарочный чан → запаривание → мятие → выгрузка из чана → подача в смеситель. После выбора машин и определения их количества вычерчивают технологическую схему линии. Кормовую смесь готовят каждой группе животных, имеющих одинаковый рацион. Для расчета производительности и количества смесителей необходимо определить максимальное количество кормов для разовой дачи группе животных. Для КРС кормовые смеси, как правило, водой не разбавляются и получают в рассыпном виде. Для свиней используют влажные мешанки определенной консистенции, поэтому в кормосмесь добавляют воду, сыворотку, обрат. Во многих случаях особенно в зимнее время нужна теплая вода различной температуры. Ее обычно получают от водонагревателя и разбавляют холодной водой до требуемой температуры.

Составляют перечень оборудования кормоцеха с характеристикой каждого из них. Площадь кормоцеха определится после вычерчивания плана размещения машины и оборудования в нем. Для обслуживания машин необходимо оставлять проходы не менее 1 м между рядом стоящими машинами и между машиной и стеной помещения. При этом технологическая цепь, обеспечивающая передачу кормов от одной машины к другой, не должна нарушаться. Для организации работы кормоцеха составляется суточный график работы оборудования. Такой график также помогает определить потребное количество воды, пара, электроэнергии в данный момент времени.

Учебное издание

**Колончук** Владимир Михайлович,  
**Козловская** Наталья Юрьевна,  
**Кольга** Дмитрий Федорович и др.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ  
ЖИВОТНОВОДСТВА**

*Учебно-методический комплекс*

Ответственный за выпуск *Д.Ф. Кольга*  
Редактор *М.А. Макрецкая*  
Корректор *М.А. Макрецкая*  
Верстка *М.А. Макрецкая*

Подписано в печать 05.01.2009 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Ризография. Усл. печ. л. 6,51.  
Уч.-изд. л. 4,54. Тираж 100 экз. Заказ 889.

Издатель и полиграфическое исполнение  
Белорусский государственный аграрный технический университет  
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006. ЛП № 02330/0131656 от 02.02.2006.  
220023, г. Минск, пр. Независимости, 99, к. 2