

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.07 Техника и технологии в сельском хозяйстве**

**Направление подготовки:** 35.03.06 Агроинженерия

**Профиль образовательной программы:** «Электрооборудование и электротехнологии»

**Форма обучения** очная

## **СОДЕРЖАНИЕ**

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. Конспект лекций .....</b>   | <b>3</b> |
| <b>1.1 Лекция № 1</b> Общее знакомство с дисциплиной, цели, задачи, структура, порядок изучения, литература, методическое обеспечение. ....                                 | 3        |
| <b>1.2 Лекция № 2</b> Классификация, состав и компоновка животноводческих ферм. ....  | 8        |
| <b>1.3 Лекция № 3,4</b> Механизация технологических процессов приготовления кормов. Моделирование технологических процессов. ....   | 14       |
| <b>1.4 Лекция № 5,6,7</b> Физиологические основы доения коров, Принцип работы доильной машины. Классификация и характеристика доильных аппаратов и доильных установок. .... | 22       |
| <b>1.5 Лекция № 8,9</b> Оборудование прифермерских молочных отделений. ....   | 29       |
| <b>1.6 Лекция № 10</b> Механизация стрижки овец и первичной обработки шерсти ....   | 43       |
| <b>1.7 Лекция № 11</b> Механизация купки овец. ....   | 48       |
| <b>1.8 Лекция № 12</b> Математическое моделирование технологических процессов в животноводстве. ....  | 53       |
| <b>1.9 Лекция № 13,14</b> Механизация удаления навоза из помещений и выгульных дворов. 69   |          |
| <b>1.10 Лекция № 15</b> Основные положения технологии обработки почвы. Система почвообрабатывающих машин. ....  | 80       |
| <b>1.11 Лекция № 16</b> Способы посева с.х. культур. Система посевных и посадочных машин. ....  | 85       |
| <b>1.12 Лекция № 17</b> Технология внесения удобрений. Комплекс машин. ....   | 92       |
| <b>1.13 Лекция № 18</b> Технология заготовки кормов, уборки зерновых культур. ....  | 96       |
| <b>2. Методические материалы по выполнению лабораторных работ.</b> ....   | 101      |
| <b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1</b> Архитектурно-планировочные решения животноводческих предприятий. ....   | 101      |
| <b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2</b> Устройство и эксплуатация кормоприготовительных машин: ИГК-ЗОБ; АЗМ-0,8. ....   | 108      |
| <b>2.3 Лабораторная работа № ЛР-3</b> Устройство и эксплуатация кормоприготовительной машины ИКМ-Ф-10. ....   | 117      |
| <b>2.4 Лабораторная работа № ЛР-4</b> Устройство и эксплуатация кормоприготовительных машин: КДУ-2; «Волгарь»-5. ....   | 121      |
| <b>2.5 Лабораторная работа № ЛР-5</b> Доильные аппараты. ....   | 132      |
| <b>2.6 Лабораторная работа № ЛР-6</b> Доильные аппараты. ....   | 132      |
| <b>2.7 Лабораторная работа № ЛР-7</b> Устройство и принцип работы доильных установок. ....  | 142      |
| <b>2.8 Лабораторная работа № ЛР-8</b> Охладители молока МХУ-8С. ....  | 153      |
| <b>2.9 Лабораторная работа № ЛР-9</b> Пастеризационная установка ОПФ-1-300. ....  | 163      |
| <b>2.10 Лабораторная работа № ЛР-10</b> Стрижка овец. ....  | 172      |
| <b>2.11 Лабораторная работа № ЛР-11</b> Установки для купки овец. ....  | 190      |
| <b>2.12 Лабораторная работа № ЛР-12,13</b> Математическое моделирование технологических процессов. ....   | 200      |
| <b>2.13 Лабораторная работа № ЛР-14</b> Механизация удаления навоза. ....   | 218      |
| <b>2.14 Лабораторная работа № ЛР-15</b> Машины для основной обработки почвы. ....   | 230      |
| <b>2.15 Лабораторная работа № ЛР-16</b> Посевные и посадочные машины ....   | 236      |
| <b>2.16 Лабораторная работа № ЛР-17</b> Машины для внесения удобрений ....  | 247      |
| <b>2.17 Лабораторная работа № ЛР-18</b> Сеноуборочные машины. Технологический процесс зерноуборочных комбайнов ....   | 252      |

## **1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

### **1. 1 Лекция №1 (2 часа).**

**Тема: «Общее знакомство с дисциплиной, цели, задачи, структура, порядок изучения, литература, методическое обеспечение (интерактивная форма)»**

#### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Цель, задачи и предмет изучения дисциплины «Механизация животноводства». Роль животноводства в АПК.

2. Роль специалиста инженера в интенсивных технологиях животноводства. Особенности производства продукции животноводства и система машин.

3. Понятие о сложных технических и биотехнических системах. Отличительные особенности биотехнической системы «человек – машина - животное / среда», характеристика звеньев системы, многообразие связей между звеньями.

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

*1. Цель, задачи и предмет изучения дисциплины «Механизация животноводства». Роль животноводства в АПК*

Целью изучения дисциплины является: приобретение Вами глубоких знаний по устройству, эффективному использованию и настройке на оптимальные режимы технологического оборудования животноводческих объектов. Научить Вас самостоятельно принимать аргументированные решения.

Задачи изучения дисциплины. В результате изучения дисциплины студент должен сформировать минимально-необходимый комплекс знаний и умений:

а) должен иметь представление о машинных технологиях в животноводстве.

б) должен знать устройство, технологические процессы и методы настройки машин на оптимальные режимы работы, обеспечивающие высокопроизводительную и безопасную эксплуатацию.

в) должен уметь оценивать применяемые машины, системы машин, технологические линии и машинные технологии с различных точек зрения.

г) уметь производить необходимые технологические расчеты по механизации животноводства, пользоваться специальной технической и справочной литературой.

д) иметь навыки использования технических средств по механизации животноводства.

При изучении дисциплины используются следующие понятия и определения:

*Механизация* – это процесс внедрения машин и механизмов при выполнении производственных процессов на фермах, комплексах и фабриках.

*Комплексная механизация* – это механизация всех производственных операций по содержанию животных и птицы, получению продукции животноводства и ее первичной обработке комплексом машин с электроприводом и автоматическим управлением.

*Электрификация животноводства* – это процесс внедрения электрической энергии и электрооборудования в производственные процессы на фермах, комплексах и фабриках. Электрическая энергия через электропривод приводит в движение рабочие органы машин, которые выполняют полезную работу.

*Автоматика и автоматизация* – система различных приборов и механизмов, предназначенная для управления машинами в производственных процессах. В автоматической системе все операции управления работающими машинами выполняются средствами автоматики. В автоматизированной системе управления работой машин выполняется также средствами автоматики, на с учетом человека.

*Система машин* – набор машин для механизации всех операций, взаимоувязанных по технологическому циклу и производительности, входящих в технологический процесс.

*Производственный процесс* – совокупность операций, увязанных между собой по времени, месту и назначению, последовательное выполнение которых превращает исходный предмет труда в конечный продукт.

*Производственная операция* – часть производственного процесса, имеющая определенное назначение, выполняемая в определенное время, на одном рабочем месте.

2. Роль специалиста инженера в интенсивных технологиях животноводства. Особенности производства продукции животноводства и система машин.

В связи с довольно тяжелым положением на данное время в сельском хозяйстве и в частности в животноводстве роль технологов в организации правильного использования системы машин и энергетических ресурсов значительно возрастает. В служебные обязанности инженера-технолога по эксплуатации системы машин и оборудования в животноводстве входят следующие основные задачи: внедрять передовой опыт, достижения науки и техники и по содержанию животных и по переработке продукции, новую технологию содержания животных и птицы на промышленной основе; организовывать технически обоснованную, высокопроизводительную эксплуатацию и техническое обслуживание системы машин в животноводстве и птицеводстве.

*Производство продукции складывается из рабочих и естественных процессов.*

*Система машин для комплексной механизации и автоматизации животноводства и птицеводства.* Система машин предусматривает развитие следующих основных направлений научного прогресса в области механизации и электрификации животноводства и птицеводства:

- 1) широкое использование электрической энергии в технологических процессах, а не только для привода машин;
- 2) создание поточных автоматизированных технологических линий;
- 3) разработку эффективных прогрессивных технологий и создание технических средств для приготовления полнорационных кормов;
- 4) широкое применение установок для облучения животных, создание оптимального микроклимата, ионизации воздуха в помещениях с целью повышения их продуктивности сохранения молодняка и воспроизводства стада.

На фермах и комплексах крупного рогатого скота система машин предусматривает повышение уровня механизации и автоматизации доения коров. Разработка и внедрение автоматизированных доильных установок, обеспечивающих поточное выполнение процесса доения не менее 100 коров в час в расчете на одного дояра, с автоматизированным санузлом и механизмом для массажа вымени коровы и создание доильного аппарата, лечащего вредное воздействие на здоровье коров, стимулирующего рефлекс молокоотдачи и обеспечивающего полное выдаивание без ручного додаивания, отключающего и снимающего доильные стаканы с сосков коровы после полного выдаивания молока.

Современные доильные установки как отечественного производства, так и зарубежные не стимулируют рефлекс молокоотдачи, а нагрузка на одного дояра не превышает 30 ... 50 голов. Как показали исследования, применение механического массажа повышает производительность труда на этой операции в 3...5 раз, удой повышается в среднем на 27 %.

В новой системе машин остро стоит вопрос о повышении качества молока и сохранении в нем бактерицидных и диетических свойств, присущих парному молоку, в течение длительного времени. Поэтому в перспективе предусматривается пастеризация молока на фермах и создание автоматизированных поточных линий для очистки, охлаждения и холодной пастеризации молока инфракрасными и ультрафиолетовыми лучами, которые улучшают качество выполнения процесса и резко снижают издержки на

капитальные вложения и обслуживание котельных. Уже начаты исследования перспективы применения глубокого вакуума для охлаждения молока.

Для раздачи кормов крупному рогатому скоту предусматриваются стационарные кормораздатчики в основном путем использования ленточных транспортеров внутри кормушек и создание на их основе поточных автоматизированных линий. Как показали исследования, это способствует значительному снижению потерь кормов в процессе их раздачи.

Кроме стационарных кормораздатчиков, разрабатываются новые конструкции мобильных раздатчиков с повышенной вместимостью бункеров до 15... 20 м позволяющих одному оператору обслуживать не менее 1000 голов скота. Для индивидуального нормирования кормления животных полнорационными монокормами, особенно в условиях группового их содержания, на комплексах промышленного типа перспективно использование ЭВМ и автоматических систем для приготовления и раздачи кормов.

Навоз на фермах крупного рогатого скота не должен терять высокие качества органического удобрения, которыми он обладает в исходной массе. Наибольший эффект, как показывают опыт и исследования, достигается путем применения механизированной уборки навоза в сочетании с укороченными стойлами, щелевым полом, ограниченным или полным исключением подстилки. Перспективными средствами уборки и транспортировки навоза остаются скреперные установки с регулируемой транспортирующей способностью напорный гидротранспорт, а также самотечная система с подпольными каналами и установками для погрузки навоза при подпольном его хранении.

После уборки навоз предусматривается обрабатывать и обеззараживать на установках как механического, так и термического, биологического, биотермического и воздухоочистительного действия, которые позволяют обезвредить навоз от гельминтов и болезнетворных микроорганизмов, уничтожить всхожесть семян сорных трав, попадающих в навоз вместе с кормами.

*Для механизации и автоматизации производственных процессов в свиноводстве в новой системе машин предусматриваются:*

1) создание и внедрение в производство эффективных машин, агрегатов и других технических средств, позволяющих полностью автоматизировать процессы подготовки и раздачи кормов со снижением удельных затрат на 25 ... 30 О/о и затрат труда на 50 ... 60 %;

2) комплексы эффективных машин и оборудования для оснащения кормоцехов свиноводческих ферм колхозов и совхозов, применяющих концентратно-плодный и концентратно-силосный типы кормления свиней влажными смесями из кормов собственного производства;

3) комплексы машин и оборудования автоматизированных комбикормовых цехов производительностью 6 ... 8 и 10 ... 12 т/ч для животноводческих комплексов и межхозяйственных предприятий, а для ферм колхозов и совхозов комбикормовых и автоматизированных агрегатов производительностью 2 ... 4 т/ч, работающих на базе зерновых кормов собственного производства и добавок, получаемых с государственных комбикормовых заводов;

4) комплекты оборудования кормоцехов для приготовления по рациональной технологии кормовых смесей из пищевых отходов, которые являются важным и крупным резервом увеличения производства свинины;

5) разработка способов, автоматизированных систем и средств для уборки и переработки навоза на органическое удобрение и кормовые цели, что позволит полностью утилизировать навоз на свинофермах и комплексах, не загрязняя окружающую среду.

В системе машин на период до 2020 г. предусматриваются разработка и внедрение рациональных конструкций мягких привязей для фиксации свиноматок па

репродукторных фермах и комплексах вместо металлических и других жестких ограждений, что снижает в 8 ... 10 раз металлоемкость станочного оборудования.

Предусматривается создание комплектов машин и оборудования для оснащения типовых механизированных овцеводческих ферм и комплексов на 2500, 5000 и 10000 маток.

Внедрение автоматизированных поточных технологических линий на овцеводческих фермах и комплексах дает возможность снизить затраты труда на производство единицы продукции в 4 . 5 раз с одновременным повышением ее качества.

Промышленностью будут осваиваться поточные автоматические линии поения, раздачи кормов, уборки и переработки помета, сбора и обработки яиц, выгрузки и убоя бройлеров на основе магистральных конвейеров, соединяющих клеточные батареи нового типа и птичники с соответствующими общехозяйственными производственными объектами.

Предусматриваются разработка и внедрение новых автоматизированных клеточных батарей нескольких конструктивных типов: ступенчатых, каскадных, горизонтальных с двумя уровнями и др.; автоматизированных комплектов оборудования для напольного содержания кур-несушек и родительского стада, ремонтного молодняка, бройлеров и т. д. АСУ ТП (автоматизированные системы управления технологическими процессами) с диспетчерско-операторско-информационными функциями предусматривает использование ЭВМ для обработки полученных данных и расчета оптимальных режимов, которая становится органически необходимой для животноводческих комплексов промышленного типа.

Главная цель применения ЭВМ — интенсифицировать технологические процессы на основе оптимальных технологических режимов работы машин и поточных линий в целом, которые могут быть рассчитаны на ЭВМ, что дает снижение затрат труда и электрической энергии.

Автоматизация животноводства позволит значительно улучшить технико-экономические показатели производства животноводческой продукции, повысить производительность труда и его эффективность.

3. Понятие о сложных технических и биотехнических системах. Отличительные особенности биотехнической системы «человек – машина - животное / среда», характеристика звеньев системы, многообразие связей между звеньями.

Биотехнические системы необычайно широко распространены в нашей жизни и мы постоянно являемся пассивными или активными их звеньями. Это двухзвенные системы «человек-машина», «человек-автомат», трехзвенные системы «человек-машина-человек», «человек-машина-животное». Эффективная работа таких биотехнических систем требует разработки новых методов – методов адаптации, биологического управления, методов сочетания животного и технического решения.

Система ЧМЖ состоит из звеньев (или подсистем) трех видов – двух биологических (оператор и животное) и одного технического (машины или механизма). В качестве примера рассмотрим некоторые системы ЧМЖ, работающих в современном механизированном животноводстве.

| Процесс                   | Система                        |
|---------------------------|--------------------------------|
| Машинное доение коров     | Доярка-аппарат-животное        |
| Массаж нетелей            | Массажистка-массажник-животное |
| Механическая стрижка овец | Стригаль-машинка-животное      |
| Ческа коз                 | Чесальщица-чесалка-животное    |
| Выращивание молодняка     | Телятница-клетка-животное      |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Патологические роды у коров | Ветработник-механизм для извлечения плода-животное |
|-----------------------------|--|

Рассмотрим вопрос о месте и роли животных в системе ЧМЖ.

Считается, что при проектировании и эксплуатации системы ЧМЖ совершенно не учитываются две особенности. Первая – животные в производственных процессах рассматриваются лишь как предмет и средство труда, в то время как они являются активными биологическими звенями и носителями высокой генетической и нервной информации. Вторая – в связи с тем, что этология домашних животных как наука еще не сформирована, мы не имеем возможности глубоко изучить сложные формы поведения животных в искусственной среде обитания, созданной человеком.

Кстати, эти формы поведения резко ограничены в условиях жестких организационных и технологических рамок животноводческой фермы. По этой причине для их изучения необходимо обращать внимание на индивидуальные поведенческие реакции, выделяя и фиксируя даже отдельные элементы движения. Безусловно, это не позволяет всесторонне оценить животное как звено системы ЧМЖ, тем не менее возможность получить объективную информацию о животном в целях создания работающей системы у исследователей имеется. Основная идея заключается в том, что машина должна удовлетворять потребностям животного, быть адекватной соответствующим физиологическим процессам и параметрам. При этом безусловные рефлексы следует стимулировать, а набор условных – обогащать.

В процессе работы звенья системы и сама система, подвергаясь самым разнообразным воздействиям, не всегда работают эффективно. Такое положение можно объяснить именно нарушениями в управлении столь сложными системами.



Чтобы избежать различных нарушений, следует основательно разобраться в структуре ее элементов, в особенностях управления этими системами.

Говоря о месте и роли животных в системе, необходимо понять в ней значение и место оператора. Оператор контролирует различные показатели двух звеньев системы, сравнивая их друг с другом, оценивает (принимая при этом во внимание не только различные модели животного, например физиологические, но и сопоставляя их с оптимальными для каждой конкретной группы этих животных) и на этом основании принимает определенные решения, снова оценивая эффективность их реализации.

## **1. 2 Лекция №2 (2 часа).**

**Тема: «Классификация, состав и компоновка животноводческих ферм»**

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Понятие о животноводческом предприятии.
2. Классификация ферм и комплексов.
3. Планировка зданий для размещения животных
4. Основные технологические процессы на животноводческих фермах и комплексах.

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Понятие о животноводческом предприятии**

*Животноводческие фермы и комплексы* – это специализированные сельскохозяйственные предприятия, предназначенные для выращивания скота и производства продукции животноводства.

Наиболее перспективны фермы и комплексы по воспроизводству поголовья и откорму 6, 12, 24, 54 и 108 тыс. свиней в год. При этом преимущественное распространение имеют свиноводческие комплексы по производству 12, 24 и 58 тыс. свиней в год. Предприятия на 108 тыс. свиней в год и более проектируют и строят только по индивидуальным заказам. В состав каждого крупного комплекса (по производству 24 тыс. свиней в год и более) входят племенная репродукторная ферма и комбикормовый завод или цех.

Современные птицефабрики – это крупные предприятия, например, производственная мощность некоторых государственных птицефабрик по выращиванию бройлеров составляет 6...15 млн. голов, по разведению индеек – от 250 тыс. до 1 млн. голов, а по производству гусиного мяса 250...500 тыс. голов.

#### **2. Классификация ферм и комплексов.**

*Животноводческие фермы и комплексы* – это специализированные сельскохозяйственные предприятия, предназначенные для выращивания скота и производства продукции животноводства.

**По назначению** животноводческие фермы и комплексы делят на племенные и товарные.

На *племенных* фермах и комплексах улучшают существующие и выводят новые породы животных, на *товарных* – производят животноводческую продукцию.

**По виду содержащихся животных** различают фермы и комплексы крупного рогатого скота, свиноводческие и овцеводческие фермы и комплексы, птицефермы и птицефабрики, зверофермы и др.

Фермы и комплексы *крупного рогатого скота* могут быть молочного и мясного направления. В молочном скотоводстве организуют следующие фермы и комплексы смешанные с законченным оборотом стада; специализированные молочные, на которых кроме коров содержат телят только в период выпойки молока; специализированные по выращиванию молодняка для комплектования молочного стада.

Размеры молочно-товарных ферм и комплексов колеблются в довольно значительных пределах. Для реконструируемых и расширяемых товарных ферм и комплексов с привязным содержанием коров рекомендуются размеры от 400 до 1000 голов, с беспривязным содержанием коров – от 400 до 1200 голов, а для племенных – от 400 до 800 при вместимости одного коровника 200 коров. Вместе с тем сохраняется большое число коровников вместимостью до 200 коров.

Для нового строительства действуют и разрабатываются типовые проекты молочных ферм промышленного типа размерами на 400, 800, 1200 и 1600 коров с различными способами содержания, типами кормления и специализацией производства. Для выращивания нетелей рекомендуются комплексы на 3 и 6 тыс. мест, а также коровники (после их реконструкции), освобождающиеся при строительстве новых молочных ферм и комплексов.

На пастбищах, удаленных от ферм на 3 км и более, устраивают летние лагеря. Стойлово-пастбищная и стойлово-лагерная системы содержания обычно рекомендуются для высокопродуктивных молочных коров и молодняка крупного рогатого скота. Для остальных ферм и комплексов следует применять круглогодовое стойловое содержание с использованием пастбищ только для сухостойных и новотельных коров, всем другим животным высококачественные зеленые корма раздают в помещении или на выгульно-кормовых площадках.

Фермы и комплексы по откорму строят на 1, 2, 3, 6, 9, 12 и 18 тыс. голов, а откормочные площадки – на 5, 10, 20 и 30 тыс. голов.

*Свиноводческие* фермы и комплексы с законченным циклом производства организуют в небольших хозяйствах. В крупных хозяйствах создают репродукторные фермы, специализирующиеся главным образом на получении поросят и выращивании их до четырех месяцев, и откормочные фермы.

На *овцеводческих* фермах и комплексах содержат и выращивают овец с целью получения шерсти, мяса, каракулевых смушек, овчины, молока и других продуктов.

Размеры овцеводческих ферм и комплексов, на которых применяют механизацию: для тонкорунных овец – 2,5...3, 5...6, 10...12, 15...18 тыс. маток и 5...6, 10...12, 20...24, 30...40 тыс. голов ремонтного молодняка; для полутонкорунных овец – 3, 6, 9, 12 тыс. маток и 3, 6, 12, 18, 24 тыс. голов ремонтного молодняка; для романовских овец – 2, 3, 6, 9 тыс. маток. Откормочные фермы и комплексы для всех направлений продуктивности имеют следующие размеры – 6, 12, 18, 24, 30 и 40 тыс. голов.

*Птицеводческие* хозяйства делятся на племенные, занимающиеся в основном селекционной работой по разведению и совершенствованию существующих и созданию новых пород птицы и неплеменные, производящие яйца и мясо птицы. Общественное птицеводство сосредоточено на совхозных и колхозных птицефермах, а также в специализированных птицесовхозах и на птицефабриках.

### **3. Планировка зданий для размещения животных.**

Земельный участок для строительства фермы или комплекса необходимо выбирать на ровной или с небольшим уклоном (3...5<sup>0</sup>) территории, имеющей сток для дождевых и талых вод. Участок должен размещаться с подветренной стороны относительно жилого сектора и отстоять от него на расстоянии не менее 200 м, если он отведен для фермы крупного рогатого скота или свиноводческой фермы, 150 м – для овцеводческой и 500 м – для птицеводческой фермы.

Ферма (комплекс) располагается по рельефу ниже строений жилого сектора, а в пределах ее территории производственные постройки возводят ниже вспомогательных (за исключением навозохранилищ).

Выгульные дворы размещают на южной стороне построек. Желательно, чтобы уровень залегания грунтовых вод находился на глубине не менее 2...2,5 м.

Продольные оси производственных помещений располагают с учетом направления господствующих ветров. На генеральном плане фермы или комплекса направление ветров изображают в виде розы ветров.

Для ферм (комплексов), проектируемых в районе севернее широты 50<sup>0</sup>, оси построек направляют с севера на юг, а к югу от широты 50<sup>0</sup> – с востока на запад с возможными отклонениями от этих направлений до 45<sup>0</sup>.

Во время работы над проектом фермы или комплекса особое внимание уделяют генеральному плану, который является одной из важнейших частей проекта современной фермы промышленного направления. На генеральный план наносят технологические зоны фермы, показывая размещение на них построек и сооружений, транспортные коммуникации (подъездные и внутрифермские дороги), инженерные сети (линии водопровода, канализации, электроснабжения, телефонной сети), учитывая комплексное решение планировки и благоустройство территории фермы.

При проектировании генерального плана нужно пользоваться санитарно-строительными нормами и правилами (СНиПами) и санитарными нормами, имеющими силу ГОСТов.

Принимают следующие нормы земельной площади ( $\text{м}^2$ ) в расчете на одно животное: для коров – 200, для свиноматок – 280, для откормочных свиней – 30, для овец – до 20.

Санитарно-защитная зона – это территория между производственными объектами, жилыми и общественными зданиями и фермами (комплексами). В зависимости от поголовья животных на фермах крупного рогатого скота ширина санитарно-защитной зоны принимается равной 100, 150 и 200 м; на свиноводческих фермах – 200, 250 и 500, на овцеводческих – 200 и 300; на коневодческих – 100; на птицеводческих – 200; на звероводческих – 250 м. Территория санитарно-защитной зоны должна быть благоустроена и озеленена.

Зеленые насаждения предусматривают по границам животноводческих ферм, ветеринарных построек, между отдельными зданиями, требующими изоляции от общей территории, а также вдоль дорог. Они улучшают микроклимат и служат ветро-снеговой защитой для территории ферм. Наименьшая ширина полосы для древесных насаждений составляет 2...5 м, для кустарников – 0,8...1,5 м.

Территорию для размещения ферм и комплексов выбирают в соответствии с планом организационно-хозяйственного устройства данного хозяйства. Фермы располагают не ближе 200 м от магистралей союзного и республиканского значения и не ближе 100 м от других транспортных магистралей.

Минимальные расстояния от жилого сектора и разрывы между отдельными объектами фермы зависят от огнестойкости строительных материалов, из которых построены помещения фермы, и составляют 10...20 м.

Санитарные разрывы между постройками, сооружениями и отдельными объектами, размещенными на территории производственной зоны, назначаются в соответствии с рекомендуемыми нормами.

Постройки и сооружения располагают на выбранной территории так, чтобы обеспечить наиболее полное и целесообразное использование производственной зоны фермы, наиболее экономичный и целесообразный производственный процесс, прогрессивную технологию производства, гигиеничные и безопасные условия труда, связь смежных построек и их кооперирование при эксплуатации энергетических и санитарно-технических сооружений и транспорта, рациональное размещение инженерных сетей, увязку построек фермы с окружающей застройкой и рельефом местности.

При планировке и застройке территории фермы или комплекса следует максимально укрупнять и блокировать здания. Бытовые помещения для персонала предусматривают в блоке с производственными зданиями.

В местах въезда и входа на территорию ферм размещают санитарно-пропускные пункты. В случае эпизоотии на этих пунктах проводят санобработки и дезинфекцию обуви и спецодежды обслуживающего персонала, а также транспорта, прибывающего на ферму. Места прохода и проездов оборудуют дезбарьерами, ширина которых равна ширине прохода (проезда), длина 1...1,5 м и глубина 0,1...0,15 м. В цементированный пол дезбарьеров укладывают нагревательные трубы для подогрева дезсредств в холодную погоду.

На территории каждой фермы (комплекса) предусматривают типовые ветпункты с аптекой, изолятор и при необходимости убойную площадку, а также биотермическую яму или печь. Размещение этих объектов согласовывают с органами ветеринарного и санитарного надзора.

#### **Постройки для содержания животных и птицы.**

Каждая ферма (комплекс) представляет собой единый строительно-технологический объект, включающий в себя основные и подсобные производственные, складские и вспомогательные постройки и сооружения.

К основным производственным постройкам и сооружениям относят помещения для животных, родильные отделения, выгульные и выгульно-кормовые площадки, доильные помещения с преддоильными площадками и пункты искусственного осеменения.

Подсобными производственными постройками считают кормоцехи, помещения для ветеринарного обслуживания животных, автовесы, сооружения для водоснабжения, канализации, электро- и теплоснабжения, внутренние проезды с твердым покрытием и ограждения фермы.

Складские сооружения включают в себя склады кормов, подстилки и инвентаря, а также навозохранилища и площадки (навесы) для хранения средств механизации.

К вспомогательным сооружениям относят служебные и бытовые помещения – зоотехническую контору, гардеробные, умывальную, душевую, туалет и др.

Все животноводческие и птицеводческие помещения сооружают в зависимости от вида и структуры поголовья, а также способа его содержания.

При выборе типового проекта производственного здания предусматривают следующие зоотехнические и инженерные требования: применение прогрессивной технологии содержания и кормления животных, обеспечивающей наибольшую их продуктивность; повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции; внедрение комплексной механизации производственных процессов и автоматизации управления машинами, механизмами и оборудованием, действующими в поточных линиях.

Молочнотоварные фермы (комплексы) проектируют из блокированных построек, в которых объединены помещения основного, подсобного и вспомогательного назначения. Такие блоки делают для повышения компактности застройки ферм (комплексов), а также для сокращения протяженности всех коммуникаций и площади ограждения зданий и сооружений во всех случаях, когда это не противоречит условиям технологического процесса и техники безопасности, санитарным и противопожарным требованиям и целесообразно по технико-экономическим соображениям. Например, доильное отделение при беспривязном содержании располагают в блоке с коровниками или между коровниками, а преддоильную площадку-накопитель – перед входом в доильный зал.

Выгульно-кормовой двор и выгульную площадку проектируют, как правило, вдоль южной стены помещения для содержания скота. Кормушки размещают с таким расчетом, чтобы при их загрузке транспорт не заезжал на выгульно-кормовые дворы.

Хранилища кормов и подстилки располагают так, чтобы обеспечить кратчайший путь, удобство и простоту механизации подачи кормов к местам кормления, а подстилки – в стойла и боксы.

Пункт искусственного осеменения сооружают в непосредственной близости от коровников или блокируют с доильным отделением, а родильное отделение, как правило, с телятником.

При привязном содержании скота с использованием линейных доильных установок план размещения построек и сооружений фермы остается таким же, что и при беспривязном, но при этом доильное отделение заменяется молочным, а вместо выгульно-кормовых дворов при коровниках устраивают выгульные площадки для скота.

Взаимное расположение отдельных помещений выполняется в зависимости от технологии, способа содержания скота и назначения зданий.

**Свиноводческие фермы и комплексы**, рассчитанные на откорм различного поголовья, могут иметь павильонную систему застройки или планироваться в виде свинарников, блокированных с кормоцехами.

Павильонная система застройки применяется чаще всего. При этом большинство помещений на ферме располагают отдельно с соблюдением утвержденных санитарных разрывов между ними. Недостаток павильонного размещения построек на крупной ферме – растягивание всех коммуникаций, хотя в зооветеринарном отношении это безопаснее. Предпочтительнее блокировать свинарники с кормоцехами.

Основное помещение свинарника-маточника состоит из групповых или индивидуальных станков, а также из кормо-навозных, кормовых и служебных проходов. В зависимости от ширины свинарника станки располагают в один, два или четыре ряда.

Основное помещение свинарника-откормочника включает в себя логово, разделенное на секции, и кормо-навозный проход, в котором находятся кормушки и поилки. Одновременно этот проход служит для дефекации животных. При кормлении свиней, вне основного помещения последнее полностью используют под логово.

Летние лагерные постройки могут быть стационарными (однорядные, закрытые с трех сторон, с односкатной крышей, или двухрядные, закрытые со всех сторон, с двухскатной крышей) и передвижными (в виде индивидуальных или групповых станков) для племенных и некоторых репродукторных ферм.

В лагерях строят помещения легкого типа из местных строительных материалов по тем же технологическим нормам, что и для зимних помещений. Лагеря оборудуют передвижными автопоилками, столовыми, канализацией и жижесборником.

**Птицеводческие фермы и фабрики** размещают компактно, на сравнительно небольшой территории, иногда даже в многоэтажных зданиях.

Основная технология содержания взрослой птицы и выращивания молодняка – клеточная. Современные многоярусные автоматизированные батареи обеспечивают законченный технологический цикл выращивания молодняка и содержания птицы. Клеточные батареи для ремонтного молодняка предусматривают беспересадочное выращивание с суточного возраста до перевода во взрослое стадо.

Напольное выращивание молодняка и содержание взрослой птицы на глубокой подстилке, планчатых и сетчатых полах применяется, в первую очередь, для водоплавающей птицы, хотя иногда этот способ используют для родительского стада кур и для выращивания бройлеров. От способа содержания птицы зависит внутренняя планировка птичника и система комплексной механизации.

Клеточный способ – наиболее рациональный и экономически рентабельный в условиях большинства климатических зон нашей страны. При клеточном содержании используют батареи, в которых имеется несколько ярусов клеток. Батареи отличаются друг от друга материалом, из которого они изготовлены, вместимостью клеток, числом и расположением ярусов, степенью механизации трудоемких процессов.

Птицу содержат в клетках, изготовленных из металлических прутков, деревянных планок или синтетических материалов. Клетки монтируют в батареи или колонки. Каждая батарея состоит из трех, четырех или пяти ярусов спаренных клеток. Число ярусов зависит от габаритных размеров здания. Часто применяют и одноярусное размещение клеток в птичнике.

Пол в клетках решетчатый. Благодаря клеточному содержанию появляется возможность максимально использовать площадь и высоту здания, применить комплексную механизацию и автоматизацию всех трудоемких процессов, а в результате получить низкую себестоимость продукции.

Внедрение прогрессивной технологии, применение новых клеточных батарей и других технических средств механизации и автоматизации позволяет повысить

производительность труда в 1,5...2,2 раза, увеличить плотность посадки птицы на 1 м<sup>2</sup> площади пола помещения в 1,5...2,0 раза, увеличить производство яиц и птичьего мяса, сократить сроки откорма птицы на мясо при улучшении качественных показателей, увеличить число партий, выращенных за год, в 1,3...1,5 раза, увеличить срок продуцирования несушки в 1,3...1,5 раза.

#### **4. Основные технологические процессы на животноводческих фермах и комплексах.**

Технология производства животноводческой продукции на современных механизированных фермах включает в себя условия и способы содержания животных, водоснабжение, кормоприготовление, обработку и переработку материалов, уход за скотом, создание оптимального микроклимата в помещениях, выбор технических средств и режимов их работы, контроль качества продукции.

Любая технология неразрывно связана с комплексом производственных процессов и зависит от вида и возраста животных и птицы, наличия кормов, строительных материалов, конструкции помещений, технической и энергетической оснащенности, уровня технического прогресса, а также передового опыта.

Производственный процесс – это совокупность операций, связанных между собой по времени, месту и назначению, последовательное выполнение которых превращает исходный предмет труда в конечный продукт.

Операции можно разделить на основные, вспомогательные и обслуживающие. При комплексной (полней) механизации все производственные процессы на ферме целиком выполняются системой (комплексом) машин. При частичной механизации машины выполняют основные операции производственных процессов или отдельные производственные процессы.

Под комплексной механизацией в животноводстве следует понимать систему таких инженерно-технических и связанных с ними организационно-технологических мероприятий, в результате внедрения которых повышается производительность труда обслуживающего персонала, увеличивается продуктивность животных, облегчается труд рабочих, снижается себестоимость продукции.

При машинном способе получения животноводческой продукции все последовательные операции объединяются в неразрывный технологический поток, т. е. создаются поточные производственные механизированные и автоматизированные линии.

В животноводстве в отличие от полеводства применяют, как правило, стационарные машины, монтируя их на фундаментах в животноводческих помещениях. Для эффективной эксплуатации таких машин требуется устройство коммуникаций (электросиловой, водопроводной и канализационной сетей, тепловых магистралей и др.). Необходимо также учитывать, что машины обслуживаются живые организмы (животных и птицу) и это создает большие трудности при внедрении комплексной механизации.

### **1. 3 Лекция №3,4 (4 часа).**

**Тема: «Механизация технологических процессов приготовления кормов.  
Моделирование технологических процессов»**

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Организация кормовой базы.
2. Классификация и характеристика кормов, КЛС, премиксов.
3. Механизация приготовления кормов.
4. Перспективные технологии в кормопроизводстве
5. Кормоприготовительные предприятия

**1.3.2 Краткое содержание вопросов:** (*тезисно изложить основное содержание рассматриваемых вопросов*)

#### **1. Организация кормовой базы.**

Оптимальное функционирование отраслей животноводства возможно только при рациональной оснащенности хозяйства всеми основными элементами его материально - производственной базы, в числе которых первостепенное значение имеют корма, их количество, состав и качество.

Неэффективное использование кормов явилось одной из причин снижения продуктивности животных. В 1996 году от одной коровы было получено в среднем 1852 кг молока, что в 2 - 3 раза меньше среднегодовых надоев в Европе и США. По оценке Центра экономической конъюнктуры расход всех кормов снизился в 1,6 раза, однако общее количество кормовых единиц, приходящееся на условную голову скота, практически не изменилось.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод, что создание прочной и устойчивой кормовой базы – главное условие роста производства продукции животноводства.

Для роста производства кормов необходимо выполнять следующие условия:

- создание специализированной отрасли кормопроизводства с применением прогрессивной формы организации труда;
- обеспечение комплексом машин и оборудования, автоматизация процессов (улучшения качества корма, снижение трудовых затрат);
- расширение посевов кормовых культур с высоким содержанием протеина (люцерна, клевер, горох, подсолнечник, соя, рожь);
- применение эффективных технологий возделывания, заготовки, хранения и приготовления кормов.

Уделяя внимание мероприятиям по повышению продуктивности кормовых культур, лугов и пастбищ применяется три вида организации кормовой базы:

- на естественных кормовых угодьях;
- в полевом севообороте;
- сочетание производства кормов на естественных угодьях и в полевом севообороте.

Независимо от почвенно-климатических условий зон выделяют следующие основные направления развития кормовой базы:

- интенсификация производства кормов в полевом севообороте (совершенствование структуры посевых площадей, возделывание наиболее продуктивных видов, использование высокоурожайных сортов и гибридов, увеличение площади орошаемых земель);
- выделение кормопроизводства в отдельную отрасль и улучшение организации труда (обеспечение трудовыми ресурсами и материально-технической базой, новые приемы и технологии уборки, хранения и приготовления кормов с использованием

кормовых и белково-минеральных добавок, химических консервантов, синтетических белков, антибиотиков и микроэлементов).

## **2. Классификация и характеристика кормов**

Корма – это специально приготовленные, физиологически приемлемые продукты, содержащие питательные вещества в усвояемой форме и не оказывающие вредного действия на здоровье животных и качество получаемой от них продукции.

### Классификация кормов:

1. Корма растительного происхождения:

Сочные (зеленые, силос, сенаж, корнеплоды, бахчевые, клубнеплоды. Содержат в своем составе более 40 % воды);

Грубые (сено, солома, мякина, веточный, древесный корм – содержат более 19% клетчатки);

Концентрированные (зерно, семена, жмых, шроты и д.р. – содержат в одном килограмме массы более 0,6 корм. Ед.);

2. Корма животного происхождения (продукты переработки животноводческой продукции, рыбы и морепродуктов – молоко, мясокостная мука и д.р.);

3. Остатки технических производств (спиртового, сахарного, масложирового);

4. Пищевые отходы (от общественного питания и населения для откорма свиней. Пищевые отходы по общей питательности не уступают зеленому корму);

5. Биологически активные добавки (витаминные, ферментные, гормональные препараты);

6. Минеральные корма;

7. Синтетические препараты (мочевина, дрожжи и д.р.);

8. Комбикорма и кормосмеси (это специально приготовленные смеси кормов и кормовых добавок, сбалансированные по содержанию питательных веществ 50 различных ингредиентов).

### Характеристика кормов:

1.Происхождение (растительное, микробиологического и химического синтеза, комбинированное);

2.Состав:

химический (содержание органических и минеральных веществ)

механический (число компонентов, однородность, размеры частиц и т.д.)

3.Питательность:

энергетическая (по содержанию кормовых единиц. За кормовую единицу принято питательность одного килограмма сухого (стандартного) овса, эквивалентная 1414 калл (5929,4 кДж) энергии или отложению в теле откормочного вола 150 кг жира);

протеиновая (количество перевариваемого протеина в 1 кг. корма, а также по содержанию перевариваемого протеина в расчете на 1 корм.ед. корма в рационе);

4.Переваримость характеризуется коэффициентом перевариваемости:

## **3. Механизация приготовления кормов.**

Приготовление кормов – одна из наиболее трудоемких операций в животноводстве. В условиях немеханизированных ферм она поглощает до 40-50% всех трудовых затрат, идущих на производство животноводческой продукции. Особенно велики эти затраты в свиноводстве, где приготовление и раздача кормов являются основными операциями.

Механизация приготовления кормов – это применение системы машин для подготовки кормов перед скармливанием их животным с целью замены

малопроизводительного ручного труда механизированным и повышения качества обработки кормов.

В сочетании с передовыми способами содержания скота механизированное приготовление кормов на основе рациональной технологии является одним из важнейших условий повышения производительности труда и снижения себестоимости животноводческой продукции.

Организм животного перерабатывает в продукцию всего лишь 20...25 % энергии корма. Примерно 30...35% энергии тратится на физиологические нужды, а остальная часть в неусвоенном виде выделяется с отходами.

Задача приготовления кормов к скармливанию заключается в том, чтобы уменьшить потери энергии корма путем повышения его питательной ценности, поедаемости, переваримости и усвоения. Обработка кормов в процессе приготовления предупреждает заболевания животных, уничтожает вредное влияние некоторых кормов на качество продукции.

Обработка кормов значительно расширяет возможности использования различных кормовых смесей с применением в качестве компонентов малоценных грубых кормов, отбросов и отходов с.х. производства, предприятий пищевой промышленности, технических и др. производств. Кормосмеси охотнее и полнее поедаются животными. В результате продуктивность животных увеличивается на 7-10%, а расход корма на единицу продукции снижается на 15...20%. Это экономит зерно и комбикорма.

Различают: механические; тепловые; химические и биологические способы приготовления кормов.

В современных механизированных кормоцехах на крупных жив. фермах и комплексах широко применяют комбинированные способы обработки кормов: механические с тепловой, химической и биологической обработкой.

К механическим способам приготовления относятся очистка, мойка, потряхивание, просеивание, отвеивание, резание, дробление, раскалывание, разминание, смешивание, дозирование, истирание, плющение, прессование, гранулирование, брикетирование и др.

Применяется как на мелких так и на крупных комплексах, в кормоцехах и на комбикормовых заводах.

К тепловым способам относят: запаривание, заваривание, сушка, выпаривание, поджаривание, выпечка, пастеризация и др. для всех видов кормов.

Химические способы - гидролиз, обработка щелочью, кислотами, каустической содой и аммиаком, известкование, консервирование. Используют реже из-за трудностей связанных с использованием и хранением активных веществ.

Биологические способы - силосование, заквашивание, осолаживание, дрожжевание, проращивание и др. Основаны на воздействии на корм молочно-кислых бактерий, дрожжевых клеток и других микроорганизмов и ферментов. Эти способы получили широкое распространение, так как они позволяют улучшить питательную ценность, поедаемость и сохранность кормов.

Без механического способа обработки ни один из последующих способов не возможен.

#### Технологические схемы приготовления грубых кормов:

1. измельчение – дозирование - смешивание.
2. измельчение – запаривание - дозирование – дрожжевание - смешивание.
  - подача измельченного корма в смеситель-запарник
  - первоначальное перемешивание в течении 30 минут при температуре 90-95 С
  - охлаждение до 50-55 С
  - ферментирование не менее двух часов
  - введение дрожжевой суспензии
  - вторичное охлаждение до 28-32 С

Процесс дрожжевания не менее 6-8- часов (Фильм 1)

3. измельчение – биологическая (биохимическая) или химическая обработка-дозирование - смешивание. (фильм)

При переработки сена в муку: измельчение (длина резки 8...12 мм.), - сушка, - размол – дозирование – смешивание.

Если сено достаточно сухое: размол – дозирование – смешивание.

Технологические схемы приготовления сочных кормов:

1. мойка – измельчение – дозирование – смешивание.

2. мойка – запаривание – разминание – измельчение - дозирование – смешивание.

(фильм)

3. мойка – измельчение – дозирование – дрожжевание - смешивание.

Технологические схемы приготовления концентрированных кормов:

1. очистка – измельчение – дозирование – смешивание.

2. очистка – измельчение – осалаживание (дрожжевание) – дозирование - смешивание.

3. очистка – измельчение и дозирование – смешивание – гранулирование (брикитирование).

4. очистка – прорацивание.

Независимо от вида, назначения и способов приготовления, корма отвечают следующим основным требованиям:

1. Наличие необходимого количества доступных для переваривания и усвоения питательных веществ.

2. Отсутствие вредных и ядовитых веществ.

3. Высокие вкусовые качества и привлекательный внешний вид и запах.

4. Возможность длительного хранения

В соответствии с этими требованиями определены следующие зоотехнические требования к машинам для приготовления кормов:

1. Конструкция машин должна быть простой по устройству, надежной и удобной в эксплуатации.

2. машина или агрегат должны быть удобными для агрегатирования с электродвигателями.

3. машины для измельчения концентрированных кормов должны обеспечивать как крупную, так и мелкую степень измельчения. Распыл и потери корма при измельчении не допускаются.

4. при приготовлении сенной муки частицы измельченного корма для свиней не должны превышать 2-2,5 мм, а для птицы – 1 мм.

5. машины и агрегаты для приготовления корнеклубнеплодов должны иметь производительность, соответствующую разовой раздаче корма по ферме. Длительное хранение приготовленных к скармливанию кормов не допускается. При мойке, а также измельчения корнеклубнеплодов не допускаются потери питательной части корма с моечной водой и в рабочих органах машины.

6. при измельчении грубых кормов на соломосилосорезках и соломорезках частицы измельченного корма не должны превышать определенных размеров.

машины для приготовления кормов должны быть снабжены предохранительными устройствами, обеспечивающими безопасную работу обслуживающего персонала.

#### **4. Перспективные технологии в кормопроизводстве**

Экономическая эффективность механизации приготовления кормов во многом зависит от выбора машин, организации труда, методов кормления и содержания животных и технологий подготовки кормов к скармливанию.

Для выполнения одних и тех же операций, связанных с приготовлением кормов, промышленность выпускает самые разнообразные машины. Например, для измельчения

соломы можно использовать соломорезку, силосорезку или универсальную дробилку и т.д. Кроме того, имеются универсальные машины, которые могут выполнять несколько операций по приготовлению кормов.

В соответствии со схемой выбираем технологическое оборудование. В условиях современного животноводства корма приготавливают централизованно на комбикормовых заводах или в крупных кормоцехах комплексов. Их доставка в хозяйство на фермы централизована. Поэтому отдельные технологические операции исключают из работы на фермах (измельчение и смешивание)

Технологическое оборудование предназначенное для приготовления кормов к скармливанию классифицируется:

- а) по виду обрабатываемых кормов (измельчители грубых кормов, корнерезки и др.);
- б) по характеру выполняемых технологических операций (дробилки, смесители, измельчители, запарники-смесители);
- в) по типу рабочего органа ( ситовые сепараторы, молотковые дробилки, шнековые дозаторы).

При приготовлении грубых кормов обычно применяется механическая, тепловая, химическая и биологическая обработка.

При измельчении применяются следующие машины (рис. 1):

- измельчители ИГК- 30Б, Волгарь, ИГК-30Б;
- измельчитель - смеситель ИСК-3;
- измельчители – дробилки ИРТ-165, ДИП-2;
- соломосилосорезки РСС-6,0 Б;
- универсальные агрегаты АПК-10А

Тепловая обработка проводится для размягчения их волокон. Процесс запаривания состоит в следующем: измельченная солома смачивается горячей водой (80...100 литров на 100 кг) и укладывается в емкости, затем емкости закрываются и подается пар. Пропаривание длится 30...40 минут, считая с момента, когда пар начинает выделяться из емкости. Через 4...6 часов в теплом виде скармливают скоту. Запарник – смеситель С-12.

Химический способ. Обработка производится раствором едкого натрия (каустической содой), окиси кальция, аммиачной водой, или жидким аммиаком.

Для приготовления корnekлубнеплодов:

- корnekлубнемойки;
  - измельчители;
  - запарники-смесители;
  - варочные котлы;
  - мойка-корнерезка ИКС-5М;
- измельчитель-камнеуловитель ИГК-30Б

Концентрированные корма

Очистка осуществляется при помощи ситовых, воздушно-ситовых и магнитных сепараторов.

Ситовые сепараторы очищают зерно от различных примесей путем разделения примесей путем разделения по ширине и толщине на решетах с круглыми и продолговатыми отверстиями.

Воздушно-ситовые очищают зерно по длине, ширине и аэродинамическим свойствам. Кроме решет имеются дополнительные вентилятор и пневмосепарирующий канал.

Магнитные сепараторы для выделения металлических примесей. Устанавливают магнитные сепараторы перед дробилками, грануляторами или после смесителей.

Для очистки применяют сепараторы типа МК и МКА, выполненные в виде колонок с постоянным магнитом, магнитные аппараты типа МА, электромагнитные

барабанные сепараторы типа ЭМ, СЭ и БСЭ, а также ленточные электромагнитные сепараторы ДЛ-1с.

Одна из главных технологических операций подготовки концентрированных кормов к скармливанию — их измельчение. Равномерное измельчение корма способствует лучшему усвоению питательных веществ, снижению затрат энергии животными на разжевывание, а также лучшему смешиванию ингредиентов при подготовке комбикормов.

В соответствии с зоотехническими требованиями присутствие пылевидной фракции корма не должно превышать 2 ... 3 %, так как пылевидные частицы плохо смачиваются слюной животных и желудочным соком и поэтому плохо перевариваются.

Различают помол: тонкий (степень помола  $M = 0,2 \dots 1,0$ ), средний ( $M = 1,0 \dots 1,8$  мм) и грубый ( $M = 1,8 \dots 2,6$  мм). Степень помола определяют экспериментальным путем с помощью решетного классификатора, состоящего из набора сит с отверстиями различных диаметров. Навеску пробного помола массой 200 ... 400 г просеивают на решетном классификаторе. Фракцию с каждого решета (сита) взвешивают с точностью до 1 г, а затем подсчитывают степень помола по формуле

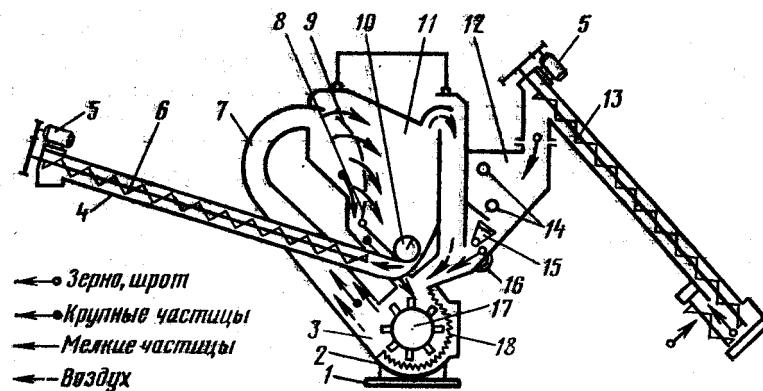
$$M = (0,5P_0 + 1,5P_1 + 2,5P_2 + 3,5P_3)/P$$

где  $P_0$  — масса фракции на дне коробки классификатора;  $P_1$ ;  $P_2$ ;  $P_3$  — масса фракций, оставшихся на ситах с диаметром отверстий соответственно 1, 2 и 3 мм;

$P$  — масса навески пробного помола

В кормоцах и кормоприготовительных отделениях ферм применяют молотковые дробилки КДУ-2,0, КДМ-2,0, ДКУ-1,0, Ф-1М, ДДМ-5,0, безрешетную дробилку ДБ-5 и другие, для измельчения солей микроэлементов — дробилки типа ДДК, А1-ДДП и др. Комбикормовые заводы большой мощности оборудуют дробилками типа А1-ДДП-5 и А1-ДДР-10 производительностью 5 ... 10 т/ч.

Например, безрешетная дробилка ДБ-5 предназначенная для измельчения фуражного зерна влажностью до 17 %. Она состоит из трех частей: дробилки, загрузочного и выгрузного шнеков. Каждая часть имеет индивидуальный привод от электродвигателя. Дробилка выпускается в двух исполнениях: ДБ-5-1 — с загрузочным и выгрузным шнеками и ДБ-5-2 — без загрузочного и выгрузного шнеков.



Жерновые и шаровые мельницы применяются наряду с молотковыми дробилками для измельчения концентрированных кормов. Рабочие органы таких мельниц — жернова, изготовленные из цельного камня или крошки твердых пород, кремния, кварца, корунда и др. Мельницы работают по принципу растирания. Степень помола регулируется за счет изменения частоты вращения жерновов и зазора между ними.

Основная задача кормоприготовительных предприятий — создание непрерывной поточной технологической линии: поле — хранилище — кормоцех ( завод ) — кормушка. Эта задача может быть решена на основе современной технологии и комплексной механизации при подготовке кормов к скармливанию. В зависимости от объема работ и технологии приготовления кормов применяют одну из трех форм организации

производства: кормоприготовительное отделение, кормоприготовительный цех и комбикормовый завод.

## **5. Кормоприготовительные предприятия**

**Кормоприготовительные отделения** могут быть составными частями кормоцехов и заводов или же самостоятельными предприятиями на животноводческих фермах при разбросанном расположении животноводческих построек и удалении их от кормоцехов. В зависимости от вида скота и наличия кормовой базы строят отделения для обработки и подготовки к скармливанию грубых, сочных, концентрированных кормов, получения хлореллы, травяной муки, жидких кормовых дрожжей и др.

**Кормоприготовительные цехи** — это подразделения животноводческих ферм или комплексов. Они обслуживают фермы, расположенные неподалеку друг от друга, что позволяет более эффективно использовать энергию, оборудование и транспортные средства.

Кормоцехи классифицируют по ряду признаков. По назначению их подразделяют на универсальные для нескольких отраслей животноводства и специализированные для одного вида ферм крупного рогатого скота, свиней или птицы.

По виду приготавляемых кормов различают кормоцехи для получения полнорационных комбикормов, для приготовления влажных кормовых смесей, для приготовления гранулированных и брикетированных кормосмесей на основе грубых кормов.

По технологии приготовления кормов различают кормоцехи для тепловой, химической и биологической обработки кормов. К ним относят кормоцехи для обработки соломы, приготовления смесей с использованием пищевых отходов и др.

По принципу работы кормоцехи могут быть с непрерывным приготовлением и выдачей кормовых смесей и периодического действия. К первому типу обычно относят кормоцехи для приготовления сухих кормосмесей и влажных смесей без тепловой и химической обработки. Они работают на качественном сырье, отличаются высокой производительностью и устойчивостью технологического процесса.

Большинство кормоцехов работает по принципу периодического действия. В них можно приготавливать кормовые смеси, совмещающая тепловую, биологическую и химическую обработку компонентов.

Кормоцехи для приготовления комбинированных кормов и влажных кормосмесей располагают несколькими технологическими линиями, включающими группу машин по выполнению технологического процесса обработки и подачи материала. Крупные кормоцехи имеют технологические линии грубых кормов, корнеклубнеплодов, концентратов, силоса и сенажа, питательных растворов и добавок, минеральных добавок, подготовки и выдачи готовой продукции и др.

Системой машин предусмотрен целый ряд комплектов машин и оборудования для всех видов кормоцехов и технологических линий, используемых на фермах с различным поголовьем скота и птицы.

**Комбикормовые заводы** представляют собой комплекс зданий и сооружений, предназначенных для приемки сырья, производства комбикормов и кормовых смесей, хранения и отпуска готовой продукции.

Различают комбикормовые заводы, специализирующиеся на получении следующих видов корма: полноценных комбикормов из фуражного зерна, премиксов, белково-витаминных и минеральных добавок.

Комбикормовые заводы могут обслуживать отдельные фермы, колхозы и совхозы или группу хозяйств — межхозяйственные заводы. Основная задача комбикормового производства — использование дешевых отходов зернового хозяйства, белково-витаминных и минеральных добавок для получения полнорационных, сбалансированных по всем показателям кормов.

Расчет кормоцеха начинают с разработки поточных технологических линий (ПТЛ) приготовления кормов согласно рационам кормления и наличию структурных групп животных в стаде. Все ПТЛ сводятся в общий производственный процесс приготовления кормов.

$$q_i = \sum_{i=1}^n a_{ij} m_j$$

Сначала определяют суточную производительность каждой ПТЛ;  
где  $a_{ij}$  — количество корма  $i$ -го вида в рационе  $j$ -и группы животных, т;  $m_j$  — число животных  $i$ -й группы;  $n$  — число групп животных.

Тогда производительность кормоцеха, т/ч,  
где  $T_p$  — время работы кормоцеха в сутки, ч;  $f$  — число поточных технологических линий.

Затем рассчитывают основные машины ПТЛ; смесители, запарники, измельчители. При расчете всех этих машин применяют одинаковые методы. Поэтому рассмотрим такой расчет на примере смесителей.

#### **1. 4 Лекция № 5,6,7 (6 часов).**

**Тема: «Физиологические основы доения коров, Принцип работы доильной машины. Классификация и характеристика доильных аппаратов и доильных установок»**

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Физиологические основы машинного доения
2. Факторы, влияющие на эффективность машинного доения
3. Доильные аппараты, классификация, характеристика.
4. Доильные агрегаты и установки.

##### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

###### **1. Физиологические основы машинного доения**

Эффективность доения коров машиной зависит от морфологических и функциональных свойств вымени. К морфологическим свойствам относятся размеры и форма вымени. У большинства коров развитое вымя говорит о большом удое. Иногда встречается жировое вымя, в котором сильно развиты жировая и соединительная ткани. Размеры вымени определяют на втором-третьем месяцах лактации коровы, измеряя горизонтальный обхват и глубину долей. Умножая данные этих двух замеров, получают условный размер вымени. Замеры вымени у коров желательно проводить перед утренней дойкой, когда наблюдается наибольшая степень наполнения его молоком (измерительной лентой и циркулем).

Вымя оценивают по качеству, разделяя на железистое, мясистое или жировое. Железистое вымя после доения значительно уменьшается в объеме, а на молочном зеркале образуются складки, мягкие доли. Мясистое вымя после доения в объеме уменьшается мало.

По форме различают ваннообразное, чашеобразное, округлое и козье вымя.

Равномерность развития долей и распределения удоя в них - показатель сравнительно постоянный у животных. Резкие изменения наступают в результате нарушений технологии доения (травматизм сфинктера и соскового канала, вызывающие тугодействие доли), заболевания маститом одной или нескольких долей. С возрастом

почти у всех коров разница в количестве молока, получаемого из передних и задних долей, увеличивается. Соотношение удоя правой и левой половин у здоровых животных сохраняется почти одинаковым и нарушается при постоянном неправильном машинном доивании (вбок) или неравномерном распределении массы доильных стаканов на обе половины вымени (чаще наблюдается при доении на установках типа «Елочка»).

## 2. Факторы, влияющие на эффективность машинного доения

При машинном доении имеют определенное значение размеры, форма, расположение и эластичность сосков. На маленькие короткие соски трудно быстро надевать доильные стаканы, последние плохо удерживаются на сосках в начале доения, приходится придерживать их рукой, что связано с дополнительными затратами труда.

Соски толще 3 см сильно зажимаются сосковой резиной, часто невозможно полностью надеть на них доильные стаканы. Это вызывает нарушение кровообращения и торможение рефлекса молокоотдачи. С тонких (менее 2 см) сосков доильные стаканы часто спадают. Наиболее приемлемы для доения соски диаметром 2,0...2,6 см. Особенно часто небольшие соски наблюдаются у первотелок. Механический массаж и пневмомассаж вымени нетелей за 2...3 месяца до отела способствуют увеличению размеров сосков.

Молочная железа коровы состоит из четырех, реже шести отдельно функционирующих долей 2 (рис. 1). Каждая доля имеет самостоятельную систему выводящих протоков 3, которая заканчивается сосками 5. Снаружи молочная железа покрыта тонкой эластичной кожей 1, в которой расположены сальные железы. Кожа, кроме сосков, покрыта шерстью. На сосках нет ни сальных желез, ни шерсти, поэтому за ними необходим специальный уход.

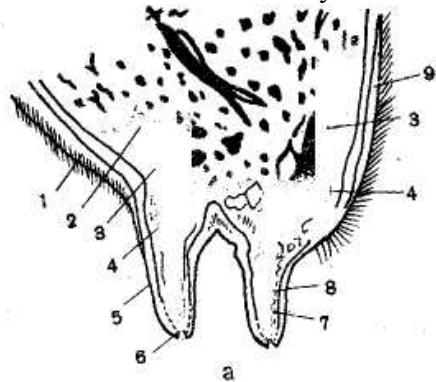


Рис. 1. Вымя коровы

1 - кожа вымени; 2 - доля вымени; 3 - молочный проток; 4 - молочная цистерна (выменной отдел); 5 - сосок вымени; 6 - отверстие соскового канала; 7 - пещеристое тело соска; 8 - сосковый отдел молочной цистерны; 9 - молочное зеркало.

Благодаря эластичной коже молочная железа увеличивается в объеме по мере накопления молока между дойками. На задней части вымени кожа переходит в так называемое молочное зеркало 9.

Молочная железа отличается тем, что молоко из нее выводится не постоянно, а во время сосания или доения. Нервные раздражения, возникающие при этом, передаются рецепторами в спинной и головной мозг, откуда по нервным путям часть импульсов поступает в вымя. Сосуды расширяются, вымя и соски набухают и делаются упругими. Происходит переход молока из альвеолярной части молочной железы в цистернальную. Одновременно другая часть импульсов от молочной железы поступает в продолговатый мозг и гипоталамус, от которого они передаются коре головного мозга и нейрогипофизу. Гипофиз начинает выделять гормон — окситоцин, поступающий в кровь и приблизительно через 40...50 с доходящий до молочной железы. Окситоцин вызывает

сокращение звездчатых клеток альвеол. При этом альвеолы сжимаются и выталкивают молоко в молочные протоки и цистерны. Продолжительность действия этого гормона 5...7 мин, а затем он разрушается. Поэтому корову необходимо выдаивать сразу же после подготовки вымени.

Окситоцин вызывает одновременно сокращение миоэпителиальных клеток, расположенных вдоль протоков. При этом протоки расширяются, выпрямляются и укорачиваются, что облегчает сброс молока из верхних слоев вымени в нижние. Продолжительность латентного периода рефлекса (время от начала подготовки вымени до выделения молока) колеблется от 20 до 136 с. Она значительно изменяется в зависимости от режима работы доильного аппарата, стрессовых ситуаций, кратности доения, физиологического состояния животного, его возраста, периода лактации, уровня разовых удоев и характера преддоильной стимуляции вымени. Одна из причин различной продолжительности латентного периода - неодинаковая чувствительность и реактивность миоэпителиальных клеток альвеол к окситоцину, в разные дойки, периоды лактации и т. д. Вторая причина - недостаточное для полной стимуляции рефлекса молокоотдачи количества окситоцина, выделяемое нейрогипофизом к очередной дойке.

Можно выделить две фазы рефлекса молокоотдачи. В первой фазе происходит снижение тонуса стенок протоков и цистерн, что облегчает сброс молока из альвеолярного отдела в цистерну. Вторая (нейрогуморальная) фаза связана с рефлекторным освобождением окситоцина из нейрогипофиза, который при поступлении в молочную железу вызывает сокращение звездчатых клеток альвеол.

### **3. Доильные аппараты, классификация, характеристика.**

Доильная машина - уникальная и единственная в своем роде. Никакая другая машина не воздействует непосредственно на живой объект, подобным образом. Доильная машина ежедневно 2-3 раза в сутки на протяжении всей жизни коровы, за исключением нескольких непродолжительных периодов, воздействует на живой объект - молочную железу - возбуждая цепь нейро-гуморальных процессов и оказывая огромное влияние на весь организм животного, практически все его органы и системы. Эта машина оказывает непосредственное влияние на здоровье животного. При правильном использовании она стимулирует и развивает молочную железу и оказывает благоприятное влияние на здоровье коровы, а при всевозможных нарушениях режима работы оказывает резко отрицательное влияние на организм и является источником повышенной опасности для здоровья животного. Неисправный доильный аппарат и неумелое его использование способны загубить любое прекрасное породистое животное с высокой продуктивностью и довести его до отправки на мясокомбинат, и наоборот, умелое использование и четкое соблюдение технологии машинного доения часто способствует повышению молочной продуктивности и развитию ценных хозяйственных качеств животных.

В связи с этим, важно не ошибиться в выборе доильной машины и четко выполнить правила ее эксплуатации и технологию машинного доения.

История изобретения доильных аппаратов насчитывает более 150 лет. За это время было создано множество самых разнообразных конструкций, которые продолжают создаваться и совершенствоваться и в настоящее время.

Так, за последние десять лет в нашей стране и за рубежом созданы доильные аппараты с трехкамерными доильными стаканами, с различными стимуляторами, с автоматическими устройствами для изменения рабочего вакуума. Появились доильные аппараты с переменным режимом работы во время доения. Разработаны аппараты с механическим управлением процесса, аппараты с автоматическим додаиванием и отключением после работы, схемы с авторегулировкой процесса.

В нашей стране имеется много опытных и серийных доильных аппаратов «Волга», «Стимул», «Доярка», «Темп», «Майга», АДУ. Они отличаются друг от друга по технологическим показателям и конструктивным особенностям.

Несмотря на многообразие доильных аппаратов, их можно классифицировать по

следующим основным конструктивным признаком:

1. По количеству тактов: двухтактные, трехтактные, непрерывного отсоса;
2. По конструкции исполнительного механизма (доильных стаканов): однокамерные, двухкамерные, трехкамерные;
3. По одновременности работы доильных стаканов: с одновременно работающими, с попарно работающими;
4. По конструкции сосковой резины: с цилиндрической, конической, гофрированной, предварительно сплющенной формой, совместно с молочной трубкой, отдельно от молочной трубы;
5. По стимуляции животного: со стимуляторами (термическими, механическими), без стимуляторов;
6. По конструкции пульсатора: поршневой, мембранный, шариковый, электромагнитный;
7. По конструкции коллектора: двухкамерный, трехкамерный, четырехкамерный.

Кроме того, существующие доильные аппараты оборудованы смотровыми устройствами различных конструкций, отличаются друг от друга по массе и размерам основных составных частей.

Очень часто доильные аппараты одной и той же конструкции снабжены различной сосковой резиной. В настоящее время разработано несколько десятков типоразмеров сосковой резины, каждый из которых имеет свои преимущества.

Некоторые конструкции аппаратов основаны на принципе выжимания молока из соска за счет избыточного давления, подаваемого в отдельные камеры доильного стакана.

Такое разнообразие конструкций доильных аппаратов обусловлено стремлением создать идеальный доильный аппарат, который обладал бы высокой производительностью и одновременно не наносил бы ущерба здоровью животного. Однако эффективность доения даже при наличии ее совершенного доильного аппарата, может быть достигнута лишь тогда, когда все звенья системы человек-машина-животное будут работать в полном взаимодействии друг с другом. Нарушение режима работы хотя бы одного из звеньев системы ведет к значительному снижению эффективности всей системы.

В Оренбургской области наибольшее распространение получили доильные аппараты АДУ-1 двух и трехтактного исполнения с двухкамерными доильными стаканами, мембранными пульсаторами и двухкамерными или четырехкамерными (в зависимости от количества, тактов) коллекторами. Кроме того все больше начинают использоваться зарубежного производства доильные аппараты – SAC, ALFA-AGRI и другие.

Двухтактный доильный аппарат АДУ-1 имеет 80 пульсов в минуту и затрачивают на доение одной корова примерно на 25 % времени меньше, чем ранее выпускаемые трехтактные «Волга».

В двухтактных доильных аппаратах в течение всего времени доения под соском создается вакуум (цикл работы состоит из тактов сосания и сжатия), величина вакуума примерно в 1,6-2 раза выше, чем при сосании теленком. Это создает опасность повреждения тканей внутреннего канала соска при так называемом «сухом доении», когда четверть вымени уже выдоена, стаканы еще не сняты, что приводит к повреждению нежных тканей соска. Допустимое время «сухого доения» двухтактным доильным аппаратом - 1 минута. По истечении 1 минуты ткани повреждаются.

В трехтактном доильном аппарате цикл работы состоит из тактов сосания, сжатия и отдыха. В тактах сосания и сжатия под соском - вакуум, в такте отдыха под сосок подается воздух, при этом ткани соска отдыхают от вредного воздействия вакуума и в них восстанавливается нарушенное кровообращение. Однако впуск воздуха под сосок не всегда является благоприятным. У высокоудойных коров за такты сосания и сжатия молоко не успевает удалиться из подсосковой камеры и во время впуска воздуха

возникает обратный ток молока из коллектора, при котором может возникнуть перекрестное инфицирование четвертей вымени. У средне- и низкоудойных коров во время такта «отдых» в канал соска проникает воздух, который разрушает оболочку жировых шариков, находящихся в молоке. При этом шарики сливаются между собой и образуют более крупные шарики, это ухудшает условия удаления молочного жира из вымени и жирность удоя уменьшается.

В связи с этим, двухтактные доильные аппараты рекомендуется использовать в высокопродуктивных стадах с хорошей подборанностью коров к машинному доению. При работе с двухтактными доильными аппаратами обслуживающий персонал должен быть высококвалифицированным.

Трехтактные доильные машины применяют преимущественно в стадах, недостаточно отселекционированных по форме вымени, развитию сосков и скорости молокоотдачи, а также при недостаточной подготовленности обслуживающего персонала.

#### 4. Доильные агрегаты и установки

Несмотря на довольно большое разнообразие марок и типов доильных установок, все они имеют общую технологическую схему доения и первичной обработки молока, состоящую из трех линий: вакуумной, молочной и водянной.

*Вакуумная линия* включает в себя вакуумный насос, магистральный трубопровод (к которому подсоединяются доильные стаканы и молокопровод) и комплект контрольного оборудования.

*Молочная линия* состоит из молокопровода, транспортирующего молоко из коровника или доильной площадки в молочное отделение, механизмов для первичной обработки молока и танка.

*Водяная линия* предназначена для подачи теплой воды к вымени, мойки и дезинфекции. Состоит из бачка-смесителя, трубопровода и разбрызгивателей. В качестве подогревателя воды в водяной линии может быть использован котел-парообразователь или электрический водонагреватель.

В зависимости от поголовья молочного стада, условий работы, обеспеченности электрической энергией и других факторов, машины и механизмы, устанавливаемые в единой технологической поточной линии по получению и первичной обработке молока, могут иметь различные схемы и производительность. Тем не менее, основные механизмы (вакуумные насосы с контролльным оборудованием, магистральный вакуумопровод, с внутренним диаметром 1 или 1,5 дюйма, стальной или стеклянный молокопровод, доильные аппараты, электроподогреватели, молочные холодильные установки, молокосборные танки), используемые на доильных установках, унифицированы.

Для машинного доения коров в настоящее время выпускаются различные типы доильных установок, которые различаются по производительности, организации труда операторов и технико-экономическим показателям. Их можно разделить на два основных класса:

1. Установки для доения коров в стойлах
2. Агрегаты для доения коров в специальных доильных залах и на пастбищах.



## *Рис.2. Унифицированные доильные установки*

К первой группе относятся линейные доильные агрегаты и поточно -конвейерные установки. Они применяются при привязном содержании, когда каждая корова имеет свое определенное стойло, где и проводится машинное доение. На линейных доильных установках доильные аппараты перемещают, а коровы стоят неподвижно на привязи в стойлах.

Сущность поточно-конвейерного обслуживания молочного скота заключается в том, что коровы, располагаясь рядами на подвижной платформе, в период кормления и доения передвигаются по замкнутому контуру синхронно с транспортером, образуя живой самоходный конвейер. В одном из торцов коровника или любом другом месте располагается доильная площадка, где оборудуются два рабочих места операторов машинного доения. На первом оператор проводит подготовительные операции и подключает доильные аппараты. После подключения последнего аппарата оператор переходит на второе рабочее место, где проводит заключительные, операции и снимает доильный аппарат. Затем переходит на первое рабочее место для подготовки к доению следующей коровы.

На установках второго типа осуществляется доение коров в специально оборудованных станках, расположенных в доильном зале или на пастбище. В зависимости от типа доильных станков различают установки: с параллельным расположением станков - установки типа «тандем, проходные, установки – «елочка» и конвейерно-кольцевые - установки типа «карусель».

Доильные установки с параллельным расположением животных получили название «параллельно-проходные». К таким установкам относятся УДМ-8, УДС-ЗБ.

На установках типа «тандем» индивидуальные станки располагают последовательно по периметру траншеи, в которой работают операторы машинного доения (УДГ-6, УДГ -3). Повышение производительность при последовательном расположения индивидуальных станков объясняется более рациональной организацией труда операторов. При оснащении доильных установок манипуляторами и автоматами управления (УДА-ЗА) количество операторов, обслуживающих станки, сокращается до одного, а производительность возрастает в два раза.

Широкое распространение в настоящее время получили установки с групповыми доильными стаканами. Применение групповых станков для доения животных позволяет увеличить производительность труда до 35 - 40 коров в час, а при наличии манипуляторов и автоматов управления до 70-75 коров в час (УДА-16А).

Конвейерно-кольцевые установки типа «карусель» представляют собой врачающиеся на кольцевой платформе доильные станки. Платформа поворачивается с небольшой скоростью (1 оборот за 9-10 минут) непрерывно или с остановками для захода и выхода коров. Коровы заходят в станки и выходят по очереди через равные промежутки времени.

В настоящее время в различных странах выпускаются следующие виды "карусели" отличающиеся типом и количеством доильных станков на платформе: «Ротоелочка», «Рототандем», «Гористайл», «Ротолактор». На двух последних установках станки размещены радиально - коровы стоят головами внутрь и выходят в коровник через туннель под платформой.

Как показывает анализ исследований, проведенный в нашей стране и за рубежом, производство молока является сложным и трудоемким процессом в животноводстве. Вопрос выбора технологий производства молока является важным и принципиальным. При его решении необходимо учитывать состояние материально-технической базы, природно-климатические условия, концентрацию поголовья коров и подборанность стада, квалификацию кадров. Для обоснованного использования той или иной доильной установки определяющим является способ содержания животных.

В настоящее время большинство коров содержится на привязи. При этом возможно применение доильных установок как первого так и второго типа. Наибольшее распространение получили линейные доильные установки с доением в переносные ведра

или в молокопровод. Сочетание привязного способа содержания с доением в залах себя не оправдало. Увеличение производительности труда операторов машинного доения компенсируется дополнительными затратами на отвязывание и привязывание коров. Разработанные автоматические привязи в станках с групповым отвязыванием не нашли на практике широкого применения. Значительное повышение производительности труда при стойловом содержании может быть достигнуто за счет использования поточно-конвейерных доильных установок. Этот способ следует считать перспективным для ферм с привязным содержанием коров.

В последние годы широкое распространение получил беспривязный способ содержания, позволяющий значительно сократить затраты труда, благодаря экономии их в основном на уборке навоза. Здесь доение коров осуществляется на установках второго типа. К преимуществам доения коров в доильных залах относятся высокая производительность и культура труда. Кроме того, расположение доильных установок в отдельных помещениях способствует повышению санитарно-технических свойств молока, значительно улучшая условия работы животноводов, приближая их труд к промышленному.

Следующим важным моментом выбора доильной установки является продуктивность и подборанность стада. Доильные установки с групповыми станками типа «елочка», «тандем» с проходными станками и «карусели» применяются на фермах с хорошо подобранным стадом по времени доения. Применение этих установок на ферме, где содержатся коровы разнородных групп, возможно при использовании автоматов доения (УДА-8А, УДА-16А). Однако, как показывают исследования, их применение оправдано при продуктивности коров свыше 4,5 тыс. кг. В настоящее время разрабатываются и испытываются автоматические доильные установки, на которых все ручные операции, в том числе надевание доильных стаканов, проводятся автоматически. По мнению ряда исследователей, их использование будет экономически выгодно при годовых удоях выше 10 тыс. кг на одну корову.

На современной ферме животное находится в многогранных связях с внешней средой и подвергается воздействиям различных раздражителей. Коровы с низкой стрессоустойчивостью плохо приспособливаются к жесткой технологии и непригодны для ферм промышленного типа. Однако они могут давать высокие надои при использовании их на традиционной технологии содержания.

В зависимости от вида воздействия оператора и коровы в процессе доения различают индивидуальный, обезличенный и групповой подход к животному.

Первый применяется на племенных фермах, а также при работе с высоко продуктивными животными, обладающими устойчивостью к стрессовым воздействиям. Индивидуальный подход к животным осуществляется на установках первого типа для доения в стойлах, а также на пастбищных установках в летнее время года, когда за оператором закреплена постоянная группа коров. Это позволяет лучше приспособиться к характеру животного и его функциональным особенностям, возбуждать полноценных рефлекс молокоотдачи, полнее выдаивать корову это объясняется наличием у обслуживающего персонала постоянной информации о животном, его возрасте, массе, количестве отелов и ежесуточной продуктивности, времени последнего и предпоследнего отелов, сроках проведения зооветеринарных работ и т.д.

Обезличенное взаимодействие оператора с животным наблюдается при доении в индивидуальных, станках (установки УДТ-6, УДТ-8, УДС-3А). Здесь оператор не имеет постоянной группы коров и его воздействие на животное осуществляется на основании полученной им оперативной информации о процессе молоковыведения. При оснащении доильных станков манипуляторами и автоматами управления частично эти функции выполняет автоматика. Обезличенное взаимодействие оператора с животным осуществляется на крупных механизированных фермах с неподобранным стадом.

Групповой вид взаимодействия оператора и животного применяется на доильных

установках с групповыми станками (УДЕ-8А, «тандем» с проходными станками, «карусель») не оснащенных автоматами управления. При таком взаимодействии необходима унификация коров, так как время, затраченное на ручные операции и машинное доение, одинаково для всех животных. Доильные установки с групповыми станками отличаются большой производительностью и позволяют добиться хороших результатов при использовании животных с высокой и средней стрессоустойчивостью, подобранных в группы по времени доения.

## **1. 5 Лекция № 8,9 (4 часа).**

**Тема: «Оборудование прифермерских молочных отделений»**

### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Необходимость первичной обработки молока.
2. Основные операции первичной обработки.
3. Основные операции первичной переработки .
4. Расчет потребности в энергоресурсах

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Необходимость первичной обработки молока.**

Молоко является незаменимым продуктом питания. В нем содержатся полноценные белки, жир, сахар, минеральные вещества, витамины, ферменты в соотношениях, необходимых для поддержания нормальной жизнедеятельности человеческого организма. Оно хорошо усваивается организмом человека и способствует лучшему использованию питательных веществ, поступающих с другими продуктами питания.

Молоко - скоропортящийся продукт. Оно представляет собой благоприятную среду для жизнедеятельности различных микроорганизмов (гнилостных, молочнокислых, болезнетворных и т.п.), которые при благоприятных условиях и нем быстро развиваются. Следует учитывать и то, что в процессе доения в молоко попадают частицы пыли, корма, навоза. Вместе с тем свежевыдоенное молоко обладает бактерицидностью, т.е. способностью задерживать развитие бактерий и даже разрушать их. Объясняется это тем, что в молоке содержаться особые антибактериальные вещества. Период, в течении которого проявляются действия этих веществ, называют бактерицидной фазой. В среднем эта фаза имеет длительность 2-3 часа. На длительность этой фазы оказывают влияние такие факторы как скорость и температура охлаждения молока. Поэтому качество молока и молочных продуктов во многом зависит от своевременной его обработки и переработки.

Первичная обработка молока проводится для сохранения его санитарно-гигиенических, пищевых и технологических свойств. К операциям первичной обработки молока относятся: очистка его от механических примесей (фильтрация или центробежная очистка), охлаждение и пастеризация. Первичная обработка молока должна осуществляться одновременно с доением.

Для механизации первичной обработки молока наша промышленность выпускает разнообразные машины и оборудование: охладители, очистители-охладители, холодильные установки, пастеризаторы и др.

#### **2. Основные операции первичной обработки**

Очистка молока от механических примесей выполняется с помощью фильтров или центробежных очистителей. Естественное полное выделение бактериальных клеток вследствие малого их размера пока еще не достигнуто. Однако, на специальных

центрифугах (при частоте вращения барабана 230-270 с<sup>-1</sup>) с непрерывной выгрузкой осадка в виде жидкого концентрата удалось выделить до 98% бактерий. На качество очистки влияют температура молока, продолжительность непрерывной работы средств очистки. Оптимальная температура равна 35-60 °С, при повышении температуры скорость выделения частиц повышается, но часть механических примесей растворяется или раздробляется в молоке.

Фильтрация – наиболее распространенный способ очистки. Фильтры (ватные кружки, сетчатые, марлевые, фланелевые и лавсановые фильтры) задерживают механические примеси. Наилучшая степень очистки получается при комбинированном использовании металлической сетки с тканевой перегородкой.

Лавсановые фильтры - обеспечивают быструю и постоянную по скорости фильтрацию молока. Они гигиеничны, бактериологическая очистка этих фильтров осуществляется при промывании горячей водой без применения моющих средств. При использовании одного слоя лавсанового фильтра достигается первая группа чистоты молока. 1 м лавсана заменяет 40 метров марли.

Ватные фильтры – с гладкой поверхностью, хорошо очищают молоко. Недостаток – медленная фильтрация с увеличением фильтровальной камеры.

Марлевые фильтры – быстро изнашиваются, загрязняются и не обеспечивают высокой степени очистки.

Фильтры для молока делятся на открытые и закрытые. Открытые фильтры применяют при ручном и машинном доении в переносные ведра. Этот способ очистки требует дополнительных затрат времени и в основном не отвечает санитарно-гигиеническим требованиям. Несколько лучшие результаты получают при использовании закрытых молочных фильтров, установленных непосредственно в молокопроводе. Фильтрующий элемент состоит из каркаса-сетки и сменного лавсанового или капронового фильтра. Молоко, проходя под действием напора или разрежения через фильтрующий элемент, очищается, а загрязнения задерживаются на фильтре. Фильтр легко разбирается для промывки и замены.

Однако даже при фильтрации молока в потоке через синтетические фильтры не гарантируется высокое качество очистки. Центробежные очистители, которые в настоящее время применяются на многих молочнотоварных фермах и комплексах, дают более высокую степень очистки молока.

Молоко на молокоочиститель желательно направлять подогретым до 40..60 °С. Сепараторы-очистители могут очищать и холодное молоко, но производительность их при этом значительно уменьшается. При температуре 10..15 °С в процессе очистки или сепарирования жировые шарики могут сбиваться, а в дальнейшем отстаиваться жир.

Очистка молока может проводиться на сепараторах, имеющих два сменных барабана: один для сепарирования, другой для очистки молока. Однако такие комбинированные сепараторы не находят широкого применения.

На сепараторах-очистителях молоко очищается без вспенивания в закрытом потоке. В молоке снижается общее количество микробов, так как они захватываются частицами механических примесей и слизью, осаждающимися в грязевом пространстве барабана сепаратора-очистителя.

Сразу же после очистки молоко охлаждают до 4..10 °С и хранят при этой температуре до отправки на молокоприемные пункты.

Охлаждение молока можно проводить несколькими способами. Выбор способа охлаждения зависит от многих факторов, в том числе от типа охладителя, количества охлаждаемого молока, наличия холодной воды, добываемой из глубоких скважин, обеспеченности хозяйства электроэнергией для получения искусственного холода и др. При охлаждении замедляется жизнедеятельность микроорганизмов, вызывающих его порчу и скидание, обеспечивается стойкость молока при хранении. В соответствии с действующими стандартами температура молока при сдаче на предприятие не должна

превышать 10 С, поэтому температура молока при охлаждении 6-8 С.

Наиболее простой метод – погружение фляг в бассейны с холодной водой, но при этом температура воды должна быть относительно низкой, а молоко во флягах – перемешиваться. Наибольшее распространение получили различные оросительные охладители.

1. по конструкции делятся на плоские и круглые; открытого и закрытого типа.
2. по числу рабочих секций - на одно- и двухсекционные.
3. по режиму работы - на прямоточные (параллельные) и противоточные.

На рабочие поверхности оросительных охладителей молоко поступает самотеком или под напором (орошают поверхность) и стекает по ним тонким слоем навстречу или параллельно движущемуся по другой стороне поверхности хладоагенту. При этом теплота от молока через тонкую стенку аппарата передается охлаждающей жидкости, которой может быть холодная вода с температурой не выше 10 °С; ледяная вода, охлаждаемая во фригиторах или на холодильных установках до температуры 0...+4 °С, или рассол, охлаждаемый на холодильных установках и имеющий минусовую температуру.

Охладители, в которых охлаждающая жидкость движется сверху вниз в одном направлении с молоком, называют параллельными или прямоточными; а охладители, в которых охлаждающая жидкость движется под напором навстречу охлаждаемому молоку, – противоточными. Противоточный режим охладителя наиболее эффективен.

Конечная температура молока тем ниже, чем меньше начальная температура молока и воды. Разность между температурой охлажденного молока и начальной температурой воды обычно составляет от 2 до 5 °С. Чем лучше охладитель, тем меньше эта разность. Например, при начальной температуре воды 10 °С в одно секционном противоточном охладителе молоко можно охладить до температуры 12...16 °С. Для достижения глубокого охлаждения необходимо использовать воду с более низкой температурой или рассол. Например для охлаждения молока до 8 °С необходима вода с температурой 3...6 °С, а для глубокого охлаждения молока до 4...6 °С применяют рассол, имеющий минусовую температуру (-10...-12 °С).

Вода, пройдя через охладитель, получает от молока теплоту и нагревается до 16 ... 19 °С; в зимнее время эту воду используют для поения коров и телят.

При помощи холодной водопроводной воды, добытой из глубоких скважин, можно «отнять» от молока до 80 ... 85 % излишней теплоты и тем самым в 4...5 раз уменьшить мощность холодильных установок и соответственно расход электроэнергии.

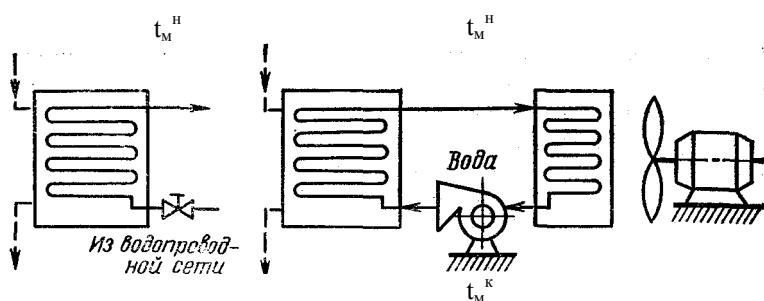


Рис. 1. Устройства для охлаждения молока

Ряд пластинчатых аппаратов имеют легко разборную конструкцию, позволяющую быстро ослаблять пакет и сливать остаток жидкости без полной разборки аппарата.

Недостаток пластинчатых охладителей – большое число фигурных резиновых прокладок, которые требуют осторожного и умелого обращения с ними.

Высокопроизводительные пластинчатые охладители оснащены приборами автоматического контроля, регулирования и регистрации температуры охлаждения молока.

Танки-охладители применяют для глубокого охлаждения молока (до 4...6 °С) и его временного хранения в охлажденном виде на молочнотоварных фермах. Молочная

цистерна танка-охладителя имеет водяную рубашку, обеспечивающую циркуляцию охлаждающей жидкости между стенками танка. Термоизоляционный слой препятствует повышению температуры внутри цистерны и обеспечивает сохранность молока с заданной температурой. Танки-охладители выпускаются со встроенными холодильными агрегатами и без них. В последнем случае танк работает вместе с холодильной установкой.

Танки-термосы имеют термоизоляцию, обеспечивающую хранение в них охлажденного молока. При разнице температур окружающего воздуха и охлажденного молока, равной 20 °С температура молока за 12 ч хранения в таком танке-термосе повышается не более чем на 1 °С.

Для получения искусственного холода на фермах применяют компрессорные холодильные установки типа МХУ, АВ, УВ и др.

Для ферм разработаны водоохладительные установки производительностью 38, 50, 75 и 125 тыс. кДж/ч.

### 3. Основные операции первичной переработки.

#### 4. Расчет потребности в энергоресурсах

##### Охлаждение.

Рассмотрим схему двухсекционного охладителя (рис. 27). В первой секции охлаждение молока происходит за счет циркулирующей холодной воды, во второй – за счет ледяной воды или рассола, охлажденного до минусовой температуры.

Поскольку  $M$  и  $\tau$  величины переменные, составим дифференциальное уравнение теплового баланса: **количество теплоты, отдаваемое молоком, равно количеству теплоты, проходящей через аппарат** (потерями пренебрегаем), то есть

$$-M \cdot c \cdot dt_m = KdF(t_m - t_b) \quad (1)$$

В уравнении (1) аргумент уменьшается, а функция увеличивается, поэтому поставлен знак «→».

Для решения этого уравнения составим уравнение теплового баланса между молоком и водой: количество теплоты, отданное молоком, равно количеству теплоты, полученному водой:

$$M \cdot c [t_m - (t_0 + \tau)] = nM(t_s - t_0) \quad (2)$$

где  $n = \frac{B}{M}$  – коэффициент кратности расхода воды,

$B$  – количество воды, израсходованной на охлаждение  $M$  молока.

Чтобы решить уравнение (1), нужно найти  $(t_m - t_b)$  и  $dt_m$ . Для этого в уравнении (2) сократим  $M$  и раскроем скобки

$$t_m - c - t_0c - \tau c = nt_b - nt_0, \text{ отсюда}$$

$$t_s = \frac{c(t_m - \tau) + t_0(n - c)}{n} \quad (3)$$

$$\text{а } t_m - t_s = \frac{(n - c)(t_m - t_0) + c\tau}{n} \quad (4)$$

В этом уравнении  $t_m$  – величина переменная, поэтому можно продифференцировать его относительно  $t_m$ .

$$d \frac{(n - c)(t_m - t_0) + c\tau}{n} = \frac{n - c}{n} dt_m,$$

$$\text{отсюда } dt_m = \frac{n}{n - c} d \frac{(n - c)(t_m - t_0) + c\tau}{n} \quad (5)$$

Обозначим  $\frac{(n-c)(t_m - t_0) + c\tau}{n} = [A]$ ,

подставим (4) и (5) в (1) и получим

$$-M \cdot c \frac{n}{n-c} d[A] = K \cdot dF[A]$$

$$-M \cdot c \frac{n}{n-c} \frac{d[A]}{[A]} K dF.$$

Проинтегрируем это уравнение

$$-M \cdot c \frac{n}{n-c} \int_{t_{\text{мн}}}^{t_0 + \tau} \frac{d[A]}{A} = K \int_0^F dF \quad (6)$$

Чтобы освободиться от знака «-», нужно поменять пределы интегрирования. Если к тому же учесть, что интеграл  $\int \frac{dx}{x} = \ln x$  является стандартным, то уравнение (6) примет следующий вид

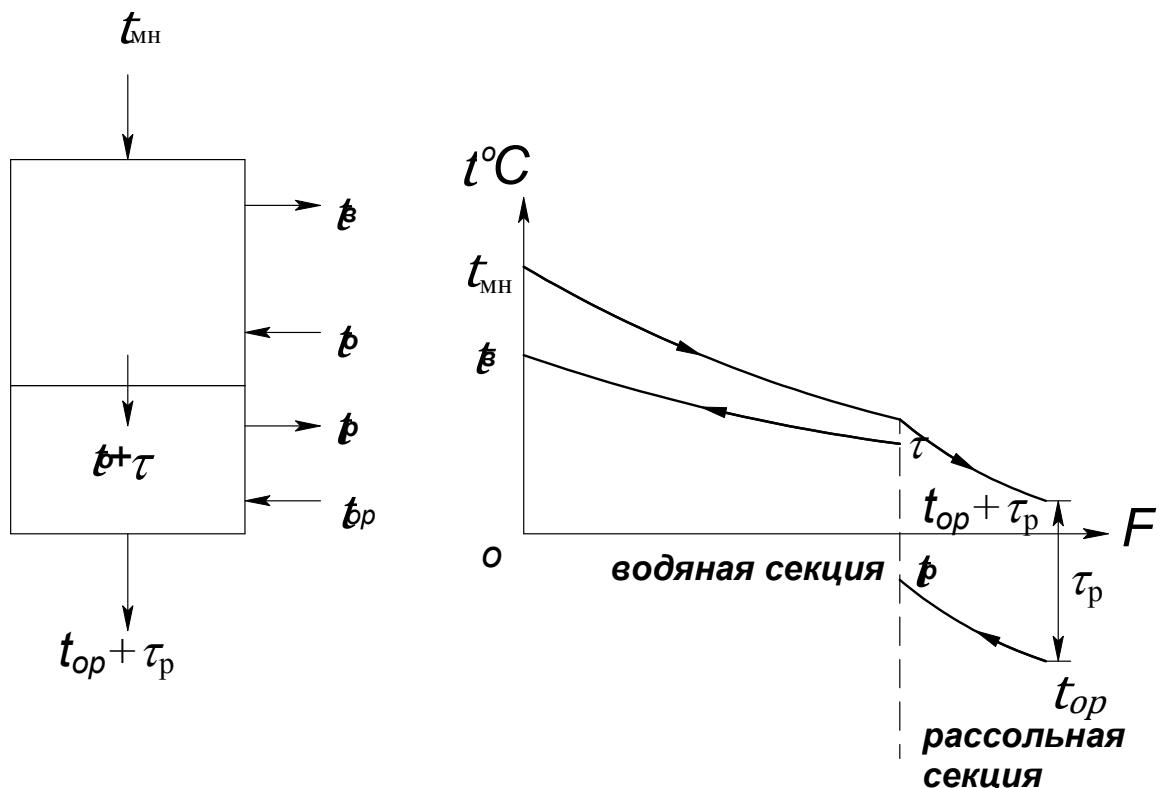


Рис. 27 - Температурная диаграмма двухсекционного охладителя

$$M \cdot c \frac{n}{n-c} \left| \ln \frac{(n-c)(t_m - t_o) + c\tau}{n} \right|_{t_{o+\epsilon}}^{t_{\text{мн}}} = kF$$

Поставив пределы интегрирования и решив это уравнение, мы можем получить значение  $M$  или  $F$ .

$$F = \frac{M \cdot c}{k} \frac{n}{n - c} 2,3 \lg \frac{(n - c)(t_{mn} - t_o) + c\tau}{n\tau}$$

По этой формуле можно также найти зависимости между другими предельными величинами, например

$$F = f(n) \text{ или } F = f(\tau)$$

Методика расчета **рабочей поверхности рассольной секции охладителя** аналогична методике расчета поверхности водяной секции.

Она так же базируется на дифференциальном уравнении теплового баланса: **количество теплоты, отдаваемое молоком, равно количеству теплоты, проходящей через аппарат** (рассольную секцию охладителя).

При расчете нужно иметь ввиду, что  $c_p = 1,001...0,0776$  в зависимости от содержания соли. Температура замерзания рассола также зависит от содержания соли в рассоле – минимальная температура равна  $-21,2^{\circ}\text{C}$  при содержании соли 22,4% (почти прямая зависимость).

Аналогично расчету поверхности водяной секции

$$F_p = \frac{M \cdot c}{K_p} \frac{n_p c_p}{n_p c_p - c} \cdot 2,3 \lg \frac{(n_p c_p - c)(t_o + \tau - t_{op}) + c}{n_p c_p \tau_p} \tau_p$$

При расчете молочной линии следует обратить самое серьезное внимание на тщательность выбора всех параметров этой линии. Каждый из них, начиная от ручных затрат на выполнение основных технологических операций и кончая временем охлаждения молока, имеют исключительное значение для получения молока высокого санитарного качества.

К сожалению, на наших фермах часто получают молоко, неудовлетворяющее требованиям ГОСТ. По свидетельству директора Российского союза предприятий молочной отрасли В. Лабинова, европейцы вообще не стали бы покупать молоко у наших фермеров.

### Тепловой процесс пастеризатора

Нагревание жидкостей (вины) с целью уничтожения микроорганизмов впервые применил выдающийся французский ученый Луи Пастер (1822 – 1895гг.). Процесс (его назвали пастеризацией) оказался настолько действенным, что его стали применять и для обработки других жидкостей, в частности молока.

Для пастеризации молока используют самые разнообразные аппараты (их называют пастеризаторами), тепловой процесс которых показан на рис. 28.

Молоко на обработку поступает тонким слоем и нагревается до температуры  $80...90^{\circ}\text{C}$ .

Теплопотери в пастеризаторе стараются снизить за счет различных конструктивных усовершенствований, в частности, применяют профильные тонкостенные пластины из материалов, обладающих большой теплопередачей. Это позволяет снизить массу аппарата, создаёт турбулентный поток молока, повышает прочность пастеризатора, в который молоко и теплоноситель (пар) поступают по давлением.

В процессе работы температура молока увеличивается от  $t_{\text{нач}}$  до  $t_{\text{кон}}$  (температура пастеризации). Пар непрерывно подается в аппарат, нагревает молоко, конденсируется и выводится наружу.

Аналогично расчету охладителя, составим дифференциальное уравнение теплового баланса: **количество теплоты, получаемое молоком, равно количеству теплоты, проходящему через пастеризатор**

$$M \cdot c dt = KdF (t_{\text{пара}} - t) \quad (1)$$

где  $t_{пара}$  – температура теплоносителя (пара), который непрерывно поступает в пастеризатор,

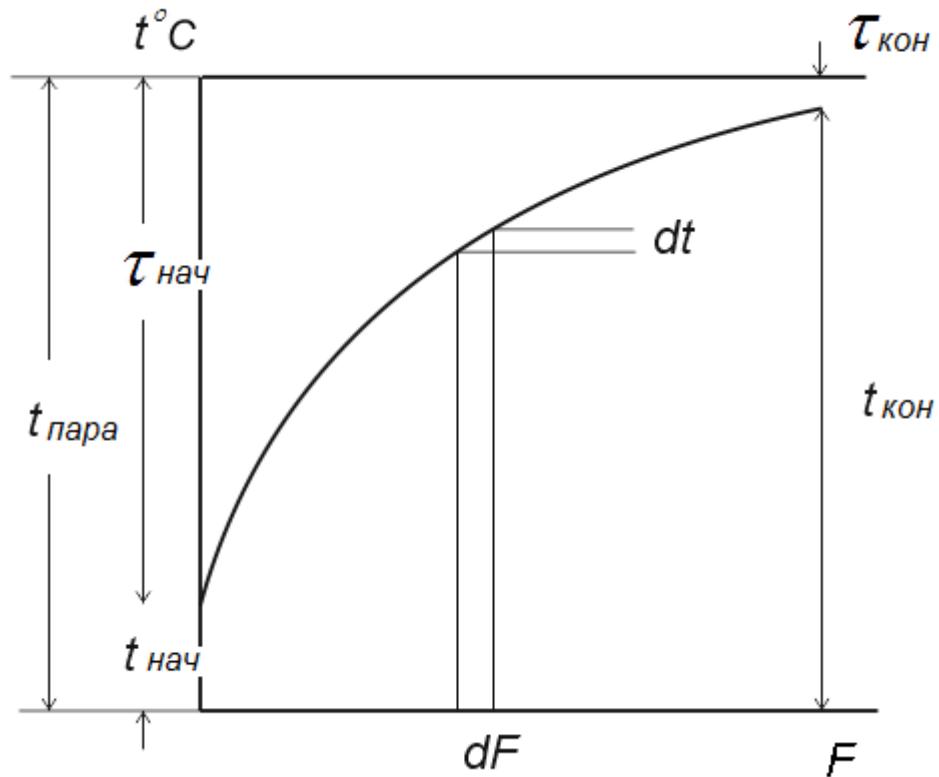


Рисунок 28 – Тепловой процесс пастеризации

$t$  – температура молока,  
 $K$  – коэффициент теплопередачи (для упрощения расчетов примем  $K = cont$ ).

$$M \cdot c \frac{dt}{t_{пара} - t} = k dF$$

Проинтегрируем это выражение

$$M \cdot c \int_{t_{нач}}^{t_{кон}} \frac{dt}{t_{пара} - t} = k \int_0^F dF \quad (2)$$

Поскольку  $d(t_{пара} - t) = -dt$ , а  $\int \frac{-dt}{t_{пара} - t} = \ln(t_{пара} - t)$ , приведем выражение (2) к

этому же виду, тогда

$$- M \cdot c \int_{t_{нач}}^{t_{кон}} -\frac{dt}{t_{пара} - t} = k \int_0^F dF$$

Чтобы избавиться от знака «» перед уравнением, поменяем пределы интегрирования

$$M \cdot c \left| \ln(t_{пара} - t) \right| \Big|_{t_{кон}}^{t_{нач}} = kF$$

Окончательно

$$M \cdot c \ln \frac{t_{\text{пара}} - t_{\text{нач}}}{t_{\text{пара}} - t_{\text{кон}}} = kF$$

Откуда

$$F = \frac{M \cdot c}{k} 2,3 \lg \frac{t_{\text{пара}} - t_{\text{нач}}}{t_{\text{пара}} - t_{\text{кон}}} \quad (3)$$

Температура пара выбирается в зависимости от его давления.

Расход пара  $\Pi$  на пастеризацию молока определяют по формуле

$$\Pi = \frac{M \cdot c(t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}})}{(i_{\Pi} - i_{\kappa}) \eta_{\Pi}}$$

где  $i_{\Pi}$  и  $i_{\kappa}$  – теплосодержание пара и конденсата,  
 $\eta_{\Pi}$  – тепловой кпд пастеризатора.

### Регенерация (восстановление) тепла

Во время первичной обработки молоко подвергают охлаждению и пастеризации, при этом расходуется большое количество энергии на работу холодильных установок и на нагревание молока при его пастеризации.

Чтобы уменьшить затраты энергии, применяют специальные аппараты регенераторы, в которых встречаются два потока молока – холодный и горячий (рис. 29).

Расчет регенератора сводится к определению его рабочей поверхности

$$F_{\text{рег}} = \frac{M \cdot cE}{K_{\text{рег}}(1 - E)}$$

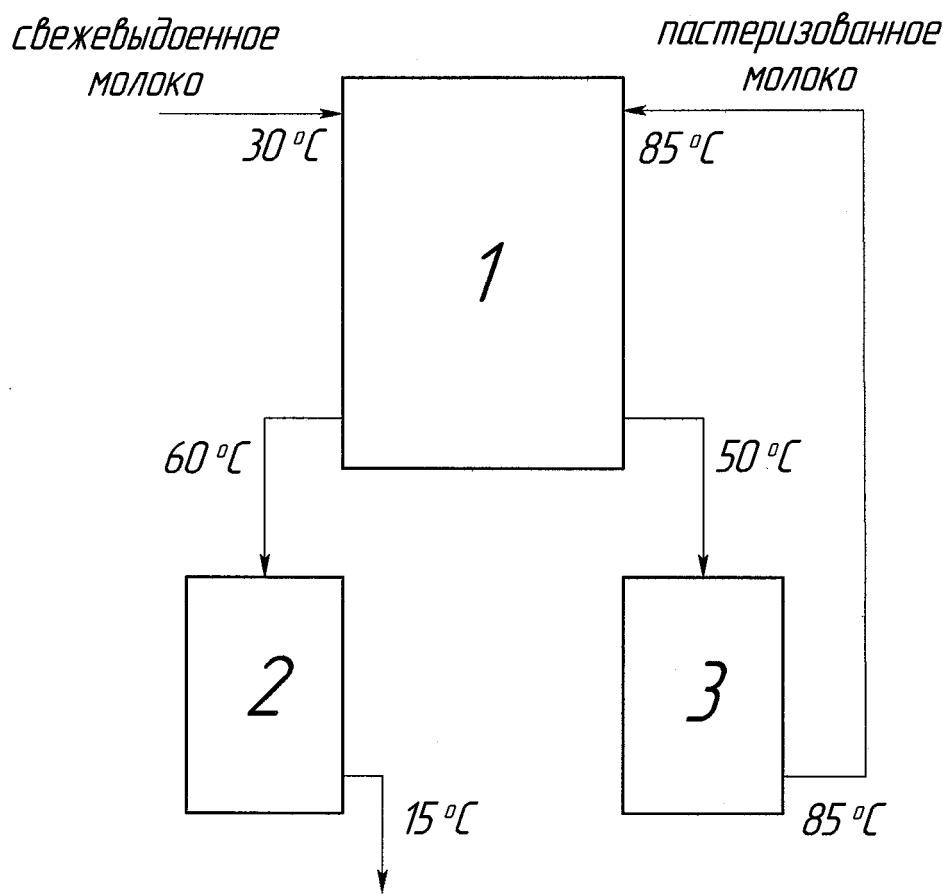


Рис. 29 Схема включения прямоточного регенератора в молочную линию: 1 – регенератор, 2 – охладитель, 3 – пастеризатор.

где  $E$  – коэффициент регенерации тепла, равный 0,6...0,7.

Разность температур процесса можно посчитать по формуле

$$t_{pez} = (1 - E)(t_{наст} - t_{пез}),$$

$$\text{а } E = \frac{M \cdot c}{M \cdot c} \frac{(t_{пез} - t_{нач})}{t_{наст} - t_{нач}} = \frac{t_{пез} - t_{нач}}{t_{наст} - t_{нач}}$$

Регенератор, смонтированный в технологической линии первичной обработки молока, экономит следующее количество тепла

$$Q_{\text{ек}} = M \cdot c \tau_{\text{пез}} \text{ кДж/час}$$

### Молочные сепараторы

Сущность разделения молока заключается в том, что вследствие разницы плотностей молочного жира и так называемой молочной плазмы (т.е. обрата), происходит всплытие жировых частиц. Эта разница составляет 0,11 г/см<sup>3</sup> (плотность жира 0,92 г/см<sup>3</sup>, а плазмы – 1,03 г/см<sup>3</sup>). Именно за счет этого происходит отстаивание молока в естественных условиях, но это процесс, требующий длительного времени (около суток). В этом случае жировые шарики всплывают со скоростью

$$V_c = \frac{2}{9} g \frac{\sigma_n - \sigma_{ж}}{\eta} r^2 \text{ (формула Стокса),}$$

где  $g$  – ускорение свободного падения тела м/сек<sup>2</sup>,

$\sigma_{\Pi}$  – плотность плазмы (обрата),  
 $\sigma_{ж}$  – плотность жира,  
 $r$  – радиус жирового шарика ( $r = 1,5 \dots 5,0$  мкм),  
 $\eta$  – вязкость молока в пузырях.

В середине XIX века стали пытаться использовать центробежное отделение жира, но эти попытки успешными не были. Дело в том (как мы увидим дальше), что производительность сепаратора  $Q$  в наибольшей степени зависит от квадрата числа оборотов барабана  $Q = f(n^2)$ . Однако, во время работы аппарата при определенных оборотах (их называют критическими) наступает явление резонанса, при котором собственные колебания барабана совпадают с вынужденными. Это приводит к тому, что ось вращения барабана отклоняется от вертикали на недопустимую величину, при которой происходит поломка вала барабана. К тому же эти критические обороты не очень велики (1000…1500 об/мин), следовательно, рабочие обороты барабана были ещё меньше. Такие сепараторы имели очень небольшую производительность и были экономически не выгодными.

Выход из создавшегося положения нашел известный шведский инженер Карл Густав Лаваль (1845 – 1913 г.г.). В 1878 г. он создал сепаратор, в котором барабан вращался со скоростью до 10000…12000 об/мин. В этом сепараторе вал барабана состоит из двух половин, соединенных между собой упругой муфтой. При достижении критических оборотов, амплитуда колебаний барабана резко возрастает, но она гасится упругой муфтой, а барабан легко преодолевает эти обороты и нормально работает в диапазоне сверхкритических оборотов.

Молочные сепараторы разделяются на *сливкоотделители*, *очистители* и *нормализаторы*. Выпускают также универсальные сепараторы.

Рассмотрим основы теории молочного сепаратора, которую предложил Г.И. Бремер.

На рис. 30 показана схема расположения тарелок барабана сепаратора (межтарелочное пространство), жировой шарик и основные параметры пространства. Под действием сил потока молока шарик увлекается этим потоком со скоростью всплытия  $V_{\Pi}$  и одновременно двигается к поверхности тарелки со скоростью  $V_c$  (определяется по формуле Стокса). Обозначим  $T$  – время, в течение которого жировой шарик должен достичь поверхности тарелки, чтобы начать движение вверх вместе с другими шариками.

На схеме видно, что

$$L = v_{n.cp.} \cdot T = \frac{H}{\sin \alpha} \quad (1)$$

$$S = v_{c.cp.} \cdot T = \frac{h}{\tan \alpha} \quad (2)$$

Разделим уравнение (1) на уравнение (2), получим

$$\frac{v_{n.cp.}}{v_{c.cp.}} = \frac{H}{h} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \quad (3)$$

Определим значения  $v_{n.cp.}$  и  $v_{c.cp.}$ . Скорость  $v_{c.cp.}$  находится по формуле Стокса. Заменим  $g$  на  $\omega^2 R$  – центростремительное ускорение – а  $R$  примем средним. Тогда

$$v_{c.cp.} = \frac{2}{9} \omega^2 \frac{R_{\min} + R_{\max}}{2} \cdot \frac{\sigma_{\Pi} - \sigma_{ж}}{\eta} \cdot r^2$$

В межтарелочном пространстве жировые шарики движутся вместе с потоком молока с постоянно уменьшающейся скоростью  $V_{\Pi}$ . На каждом элементарном участке она будет иной, поэтому можно определить среднюю скорость в диапазоне  $R_{\max} - R_{\min}$

$$V_{n.cp.} = \frac{V_1 + V_2 + \dots + V_n}{n} = \frac{\Sigma V_i}{n}$$

или

$$V_{n.cp.} = \frac{\int V_{\Pi} dR}{R_{\max} - R_{\min}}$$

Зная производительность сепаратора  $Q$  и сечение, через которое проходит молоко в процессе обработки, определим

$$V_{\Pi} = \frac{Q}{2\pi Rh \cdot \cos \alpha \cdot r},$$

$$\text{отсюда } V_{n.cp.} = \frac{\int_{R_{\min}}^{R_{\max}} \frac{Q}{2\pi Rh \cdot \cos \alpha \cdot r} dR}{R_{\max} - R_{\min}} = \frac{\frac{Q}{2\pi Rh \cdot \cos \alpha \cdot r} \int_{R_{\min}}^{R_{\max}} \frac{dR}{R}}{R_{\max} - R_{\min}}$$

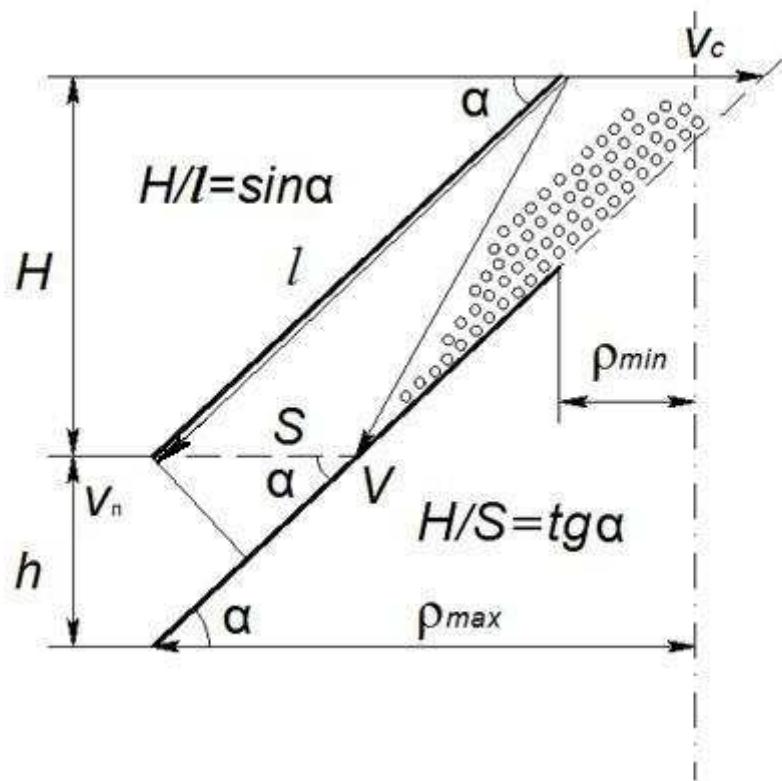


Рис. 30а – Выделение жирового шарика при движении молока в межтарелочном пространстве

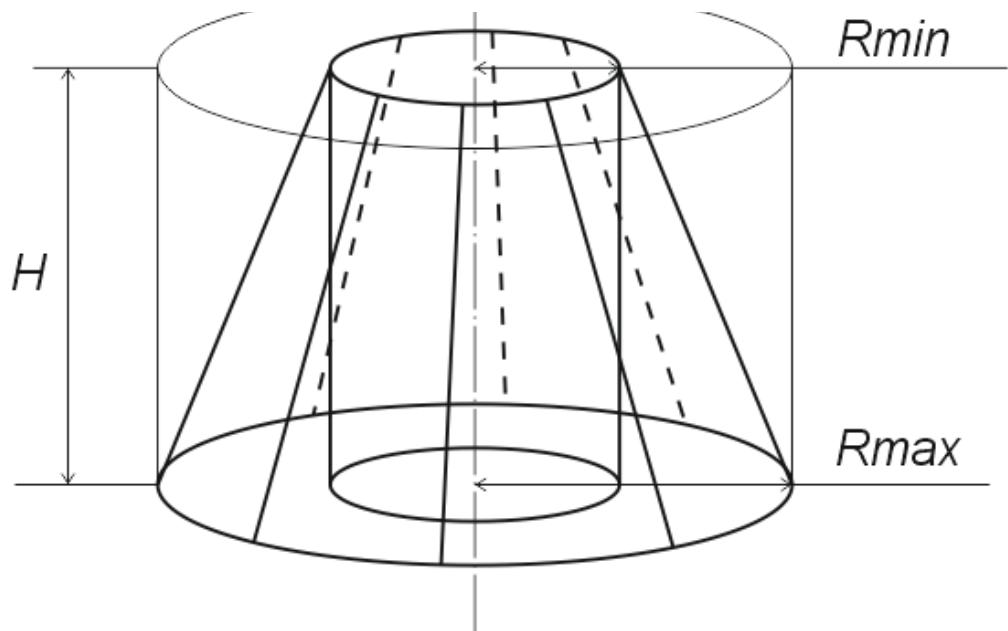


Рис. 30б – К определению расчетного объема барабана сепаратора

или

$$V_{n.cp.} = \frac{Q}{2\pi h \cdot \cos \alpha \cdot r} \cdot \frac{\ln \frac{R_{\max}}{R_{\min}}}{R_{\max} - R_{\min}}$$

Подставим значения  $V_{n.cp.}$  и  $V_{c.cp.}$  в уравнение (1):

$$\frac{Q}{2\pi Rh \cdot \cos \alpha \cdot r} \cdot \frac{\ln \frac{R_{\max}}{R_{\min}}}{R_{\max} - R_{\min}} = \frac{H}{h} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$\frac{2}{9} \frac{\sigma_{\Pi} - \sigma_{\omega}}{\eta} \frac{R_{\max}^2 + R_{\min}^2}{2} \cdot \frac{\sigma_{\Pi} - \sigma_{\omega}}{\eta} \cdot r^2 = \frac{H}{h} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$$

Упростим это выражение и окончательно получим

$$\left[ \frac{2}{9} \frac{\sigma_{\Pi} - \sigma_{\omega}}{\eta} r^2 \right] \left[ \omega^2 r \pi \frac{R_{\max}^2 - R_{\min}^2}{\ln \frac{R_{\max}}{R_{\min}}} \cdot H \right] = Q$$

Величина в первых квадратных скобках характеризует физические свойства молока и называется разделяемостью молока (она обозначается через  $\tau$ ).

Во вторых квадратных скобках нас интересует

$$\pi(R_{\max}^2 - R_{\min}^2) \cdot H = V_{\max}^2 - V_{\min}^2$$

Эта величина, разделенная на  $\ln \frac{R_{\max}}{R_{\min}}$ , называется приведенным или расчетным

объёмом барабана сепаратора

$$V_p = V_{np} = \frac{V_{\max}^2 - V_{\min}^2}{\ln \frac{R_{\max}}{R_{\min}}}$$

Она оказывает существенное влияние на производительность сепаратора (схему  $V_p$  можно видеть на рисунке 306)

Окончательно  $Q = \tau \omega^2 r V_{np} \beta$  см<sup>3</sup>/сек

Для практических расчетов

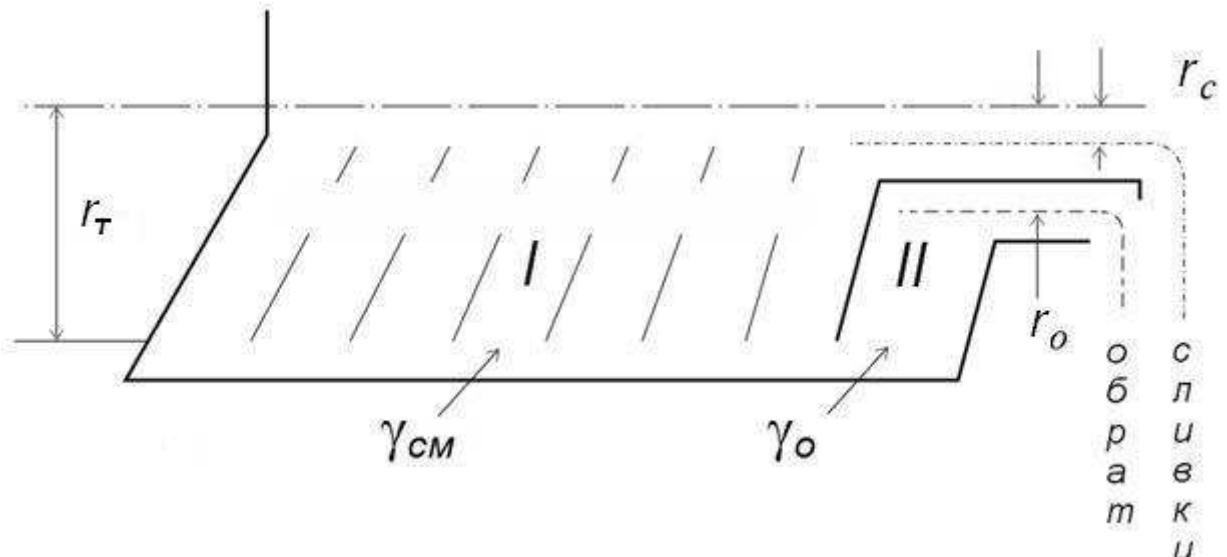


Рис. 31 – Схема к определению физического смысла регулирования жирности сливок

$$L = 0,04\tau \cdot rV_p n^2 \beta \text{ л/час}$$

где  $\beta$  – технологический КПД сепаратора.

$$\text{Кстати, } \frac{\sigma_{\Pi} - \sigma_{жc}}{\eta} = 0,29t \text{ (при } t = 10\dots70^\circ\text{C}),$$

где  $t$  – температура молока, подверженного сепарированию.

Поскольку эта величина  $\left( \frac{\sigma_{\Pi} - \sigma_{жc}}{\eta} \right)$  является важной составляющей

разделяемости молока  $\tau$  и значительно влияет на производительность сепаратора, молоко перед сепарированием нагревают до  $40\dots50^\circ\text{C}$  (больший нагрев экономически невыгоден).

Теперь рассмотрим *физический смысл регулирования жирности сливок*. Для этого барабан сепаратора разместим горизонтально (рис. 31). Видно, что он разделен верхней тарелкой на два сообщающихся сосуда: в первом находится смесь ( $\gamma_{cm}$ ), состоящая из молока и сливок, во втором – обрат ( $\gamma_o$ ).

Для нормальной работы сепаратора должно быть обеспечено неравенство  $r_t - r_c > r_t - r_o$ , а в соответствии с законом сообщающихся сосудов

$$(r_t - r_c)\gamma_{cm} = (r_t - r_o)\gamma_o$$

Иными словами, удельный вес (плотность) смеси будет зависеть от расположения отверстий, или

$$\frac{r_t - r_c}{r_t - r_o} = \frac{\gamma_o}{\gamma_{cm}}$$

Учитывая действие громадных центробежных сил, эта формула будет иметь вид

$$\frac{r_t^2 - r_c^2}{r_t^2 - r_o^2} = \frac{\gamma_o}{\gamma_{cm}}$$

Пользуясь этим выражением, можно подсчитать величину  $r_c$  для получения сливок разной жирности

$$r_c = \sqrt{r_T^2 - (r_T^2 - r_o^2) \frac{\gamma_o}{\gamma_{cm}}}.$$

## 1. 6 Лекция № 10 (2 часа).

**Тема: «Механизация стрижки овец и первичной обработки шерсти»**

### 1.6.1 Вопросы лекции:

- 1.Общие сведения о стригальных пунктах.
- 2.Технологическое оборудование стригальных пунктов
- 3.Организация труда на стригальных пунктах.

**1.6.2 Краткое содержание вопросов:** (*тезисно изложить основное содержание рассматриваемых вопросов*)

#### **1.Общие сведения о стригальных пунктах.**

Стрижка овец и первичная обработка шерсти относятся к наиболее трудоемким и ответственным технологическим операциям в овцеводстве. Непременное условие получения высококачественной шерсти – проведение стрижки в сжатые сроки: в течении не более 1 месяца. Это может быть достигнуто только благодаря внедрению машинной стрижки овец. В настоящее время стрижка механизирована на 95%.

Машинная стрижка овец и первичная обработка шерсти осуществляется, как правило, на стригальных пунктах. Такие пункты располагают в помещениях длиной 50...80 м и шириной 8...11 м, где устанавливают оборудование в один или два ряда. Они имеют отделения стрижки и упаковки рун. Все помещения должны быть светлыми, чистыми, выбеленными и продезинфицированными. Полы в помещениях стационарных пунктов деревянные. В отделении стрижки монтируют стригальные и точильные агрегаты, транспортеры для шерсти. В отделении упаковки устанавливают весы, столы для классировки шерсти и пресс.

Стрижка овец в хозяйствах должна проходить по заранее разработанному общему плану, в соответствии с которым составляют планы работы отдельных бригад на каждый день, а также графики подгона отар и маршруты их движения к стригальным пунктам. Время на перегон от места выпасов до пункта стрижки устанавливают в зависимости от местных условий, принимая скорость продвижения отары не больше 15 км в день. При этом овец на пункт стрижки подгоняют заранее, чтобы перед стрижкой их можно было выдержать без корма 15...20 ч и без воды 8...10 ч. Стричь овец с влажным руном нельзя, так как такая шерсть в кипах самонагревается и портится.

При организации труда на стригальных пунктах особенно тщательно продумывают распорядок рабочего дня и одежду стригала. Затачивает режущие пары специально подготовленный работник.

Стрижка овец включает в себя подгон отары к стригальному пункту, подготовку ее к стрижке, непосредственно стрижку, классировку и прессование шерсти.

#### **2.Технологическое оборудование стригальных пунктов**

Для комплексной механизации производственных процессов на стригальных пунктах и в выносных цехах выпускаются комплекты технологического оборудования

КТО-24, КТО-48 и ВСЦ-24/200.

В состав комплектов входят электростригальные агрегаты ЭСА-1Д (с одной машинкой) и ЭСА-12Г (с 12 машинками). Агрегат ЭСА-12Г применяется для стригальных пунктов на 12, 24, 48 и 60 рабочих мест. Стригальные пункты на 24, 48 и 60 рабочих мест оборудуют путем сдвоивания электрических силовых сетей агрегатов ЭСА-12Г через распределительные щитки без каких – либо дополнительных переделок. Агрегаты питаются электроэнергией от сети переменного тока 220/360 В. В местах не имеющих электроэнергии, агрегаты могут комплектоваться передвижными электростанциями.

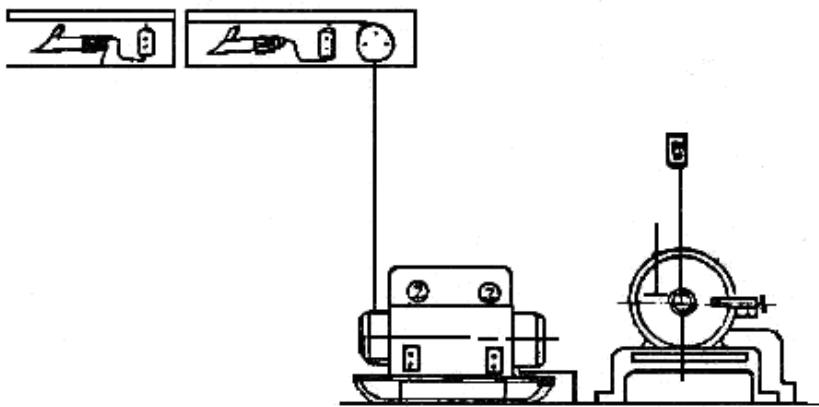


Рис. 1. Схема ЭСА 12Г

Агрегат ЭСА-12Г состоит из двенадцати машинок МСО-77Б для стрижки овец, двенадцати гибких валов ВГ-10 с броней и арматурой, 12-ти подвесных электродвигателей АОЛ-0,12-2с. Агрегат укомплектован точильным аппаратом ТА-1 или ДАС-350.

Машинка МСО-77Б включает в себя режущий аппарат, нажимной, эксцентриковый и шарнирный механизмы и корпус.

Режущий аппарат предназначен для срезания шерсти и состоит из ножа и гребенки. При работе машинки зубья гребенки входят в шерсть, расчесывая и поддерживая ее при срезании. Нож, совершая возвратно-поступательное движение, срезает шерсть, попадающую между зубьями гребенки. Толщина гребенки: 3,5 мм для нормальной высоты среза шерсти и 7 мм для высокого среза. Гребенки высокого среза позволяют получать более качественную овчину при сдаче молока на мясо, сокращать время передержки стриженных животных с целью получения меховой овчины. Овцы, остриженные машинками с высоким срезом, лучше переносят похолодания, имеют большие привесы. Такая технология особенно перспективна для стрижки овец романовской породы, кожу которых используют для изготовления шубно-меховой продукции.

Нажимной механизм, прижимающий гож к гребенке, обеспечивает минимальный зазор между их рабочими поверхностями. Этот механизм смонтирован в приливе корпуса машинки.

Эксцентриковый механизм позволяет работать машинке при различных положениях эксцентрикового и передаточного валов, что улучшает условия эксплуатации гибкого вала. Механизм через систему передач преобразует вращательной движение вала электродвигателя в колебательное движение ножа.

Корпус соединяет все механизмы и одновременно является рукояткой.

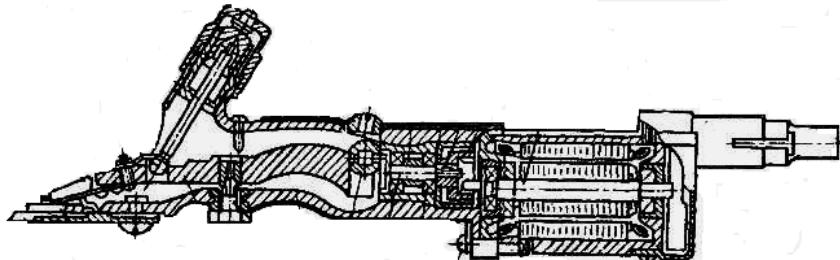
Качество и скорость стрижки овец во многом зависят от регулировки машинки и правильной заточки режущих пар.

Регулировка машин после сборки сводится к правильной установке гребенки, положения рычага и к регулировке усилия нажатия ножа.

Машинка МСО – 58 в отличие от машинки МСО – 77Б оборудована узкозахватным режущим аппаратом. Ее гребенка имеет десять зубьев, а нож – три. Такие машинки применяют при стрижке молодняка и овец со складчатой кожей, а также для подстрижки

маток перед окотом. Небольшая ширина захвата гребенки (57,6 мм) снижает возможность перестрига при стрижке небольших овец.

Машинка МСУ – 200 в отличии от машинки МСО-77Б оборудована вместо гибкого вала электродвигателем и шнуром питания, что значительно повышает характеристики машинки. Это маневренность, снижение шума работы, повышение безопасности работы стригала.



*Рис. 2. Стригальная машинка МСУ-200*

Стригальные машинки с пневматическим и гидравлическим приводами применяются в Новой Зеландии и Австралии. Например, в корпусе машинки «Эйбл Стар» (Австралия) смонтирован пневматический двигатель, работающий от сжатого воздуха (стригальный агрегат оборудован компрессором). Воздух, насыщенный парами смазочного масла, поступает в цилиндр двигателя, расширяет и толкает поршень; при этом пары масла смазывают поверхность цилиндра. Вал двигателя является валом эксцентрика, который соединен с рычагом и режущим аппаратом. Из цилиндра струя отработавшего воздуха проходит через корпус машинки к режущему аппарату, смазывая се трущиеся детали, в том числе нож и гребенку. Под напором воздуха шерсть овцы отстраняется о рабочей зоны машинки, позволяя стригалю видеть эту зону.

Пневматическая машинка в зависимости от количества поступающего воздуха может бесступенчато изменять число двойных ходов от 0 до нескольких тысяч в минуту. Воздух в машинку подается по пластмассовому гибкому шлангу длиной до 3м, подсоединяемому к магистральному трубопроводу. Устройство для включения машинки в работу встроено в корпус машинки, поэтому машинка работает только тогда, когда стригаль сжимает корпус рукой.

Правильная заточка режущей пары проводиться так. На диск точильного аппарата волоссянкой кистью наносят тонкий слой наждачной смеси, состоящей из шлифпорошка №5...8, автотракторного масла М6Б или М10Б и керосина. Смесь должна быть разведена до состояния, при котором она удерживается на рабочей поверхности диска. Нож и гребенку надевают на штифты держателя так, чтобы зубья были направлены вверх, против вращения диска. Затачиваемые диск или гребенку легко прижимают к диску держателем, медленно перемещая последний вправо и влево по поверхности диска, выходя за пределы заточной поверхности не более чем на зуб ножа или два зуба гребенки. Нажим не должен быть сильным, так как это может вызвать перегрев и потерю качества затачиваемых пар. В процессе заточки должно наблюдаться обильное искрение из-под затачиваемой поверхности. При прекращении искрения необходимо вновь нанести наждачную пасту на поверхность диска. Заточка без пасты ускоряет износ поверхности диска и ухудшает качество заточки. После заточки проводят доводку (больше масла). Качество заточки проверяют по режущим кромкам, которые не должны иметь заусенцев. Просвет между рабочей поверхностью ножа или гребенки и лекальной линейкой не должен превышать 0,05 мм. Во избежании ранения овец при стрижке концы зубьев притупляют на наждачном камне, а затем полируют на дереве мягкой породы.

В Австралии разработана установка для стрижки овец с помощью мощного луча лазера. Недостаток – высокая стоимость, трудность обеспечения безопасной работы, низкая скорость резания.

Разработан биохимический метод снятия шерсти с овец. Животным дают с кормом циклофосфамид, мимозин или другой препарат, способствующий разрушению луковиц шерстинок. Через 9...12 дней шерсть полностью отделяется.

Несмотря на многочисленные попытки создать различные новые технические средства для стрижки овец еще долгое время основным рабочим органом будет оставаться стригальная машинка. Стригали высокой квалификации остригают 300...350 овец за рабочий день. Рекордсмен мира Новозеландский стригаль Г. Боэн остриг 560 овец за 9-часовой рабочий день.

### **3.Организация труда на стригальных пунктах.**

Применяют три вида машинной стрижки овец: на столах (стеллажах), поточную (на карусельных и конвейерных установках) и скоростную.

*Стрижка на столах* – наименее производительный способ, при котором один стригаль доставляет овцу к рабочему столу, стрижет, собирает и сдает шерсть на классировочный стол или на весы. Стригаль также заменяет, регулирует, смазывает режущую пару машинки и выполняет вспомогательные операции.

*Поточная стрижка* значительно облегчается труд стригалей. На одном из 5 столов фиксируют овцу для стрижки, на остальных 4 – стригут. Подавальщик ловит в загоне, подтаскивает к установке и перемещает овцу от одного стригала к другому. Процесс стрижки делится на 4 операции, выполняемые отдельными стригалами. Каждый из них стрижет только строго определенный участок овцы, чем и обеспечивается поточность стрижки.

Конвейерная установка представляет собой линейный ленточный транспортер. Стригали размещаются с обеих сторон транспортера и каждый из них выполняет строго определенные операции. Обслуживают конвейер 11 человек.

Достоинство – не требуются стригали высокой квалификации.

Недостаток – трудность контроля работы, выполняемой каждым стригалем.

*Скоростная стрижка* наиболее прогрессивна. В нашей стране ее начали внедрять в 1958 г. Основные правила и приемы:

1. Наименьшие затраты физического усилия стригала при стрижке.
2. управление положением тела овцы при стрижке. Необходимо часто менять положение овцы в соответствии с ходом стрижки. При управлении овцой стригаль должен стремиться выработать умение балансировать своим туловищем по отношению к центру тяжести находящейся у него в ногах овцы.

3. наименьшее число проходов машинкой. На хорошей помесной овце достаточно сделать около 55...60 проходов машинкой. Это зависит от использования ширины гребенки.

4. использование в работе стригала левой руки и ног. Искусство управления овцой состоит в том, чтобы, удерживая ее главным образом ногами, оставлять левую руку свободной.

5. не допускание травмирования животного.

После стрижки овцу обязательно обрабатывают раствором креолина с гексохлораном в купочной установке, чтобы предотвратить заболевание чесоткой.

## **1. 7 Лекция № 11 (2 часа).**

### **Тема: «Механизация купки овец»**

#### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Оборудование для обработки кожного покрова овец.
2. Требования, предъявляемые к купочным и душевым установкам.
3. Технологические расчеты купочных и душевых установок

#### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Оборудование для обработки кожного покрова овец.**

На овцах паразитируют чесоточные клещи, кошарные клещи, овечьи кровососки, носовой овод овец, мясные мухи. Для борьбы с эктопаразитами с лечебной и профилактической целью овец 1-2 раза в год обрабатывают инсектоакарицидной жидкостью (Креалино-гексахлорановая или минерально-маслянная эмульсия).

##### *Способы обработки кожного покрова овец:*

1. Купка в проплывных ваннах;
2. Обработка струями жидкости;
3. Комбинированная обработка.

##### *Сроки обработки разных половозрастных групп*

- Взрослых овец - через 5 дней после стрижки;
- Ягнят - с трехмесячного возраста;
- Откормочное поголовье - перед постановкой на откорм;
- В случае обнаружения чесотки - дважды с двухнедельным интервалом.

##### *1. Купочные ванны*

###### *Классификация ванн*

1. По типу
  - 1.1. Стационарные механизированные;
  - 1.2. Стационарные с передвижными купочными установками.
2. По типу устройства, подающего овец на обработку
  - 2.1. Сбрасывающие (наиболее распространены);
  - 2.2. Погружные.

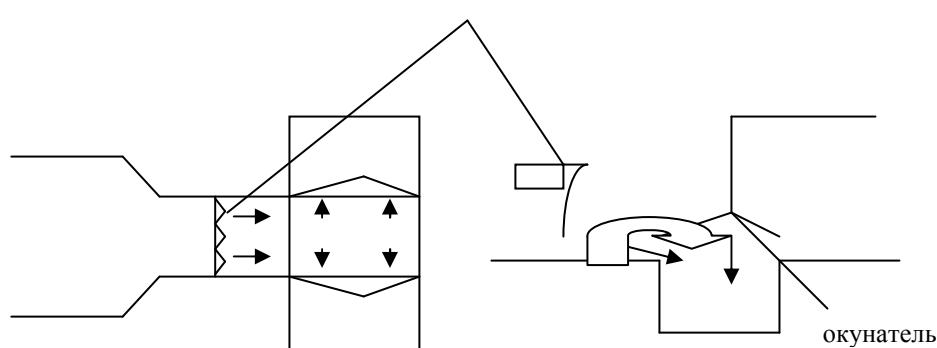
Наиболее трудоемкая операция при обработке овец, - подгон их к ванне. Это вызвано тем, что креолиновая эмульсия обладает, сильным специфическим запахом, который напоминает животным о предыдущей обработке. Овцы при сбрасывании в ванну подвергаются сильным физическим воздействиям, заглатывают эмульсию и ощущают жжение в местах порезов, сделанных во время стрижки, поэтому подогнать их на повторную обработку к ванне очень трудно.

Рассмотрим устройства для подачи овец к ванне.

###### *Сбрасывающие устройства:*

1. Толкающая тележка (ванна 0KB)

толкающая тележка



*Рис. 1. Схема работы толкающей тележки*

Недостатки: 1. Травмы (гибель) животных при отделении группы пальцами тележки; 2. Утопление (гибель) животных при одновременном окурении в ванну 25-35 голов.

2. Транспортеры: ленточный из прорезиненной ленты или цепочно-планчатый.

Преимущества: отсутствие фактора толкания, медленное опускание овец в ванну, высокая производительность, поточность.

3. Транспортерная конвейерно-кольцевая установка

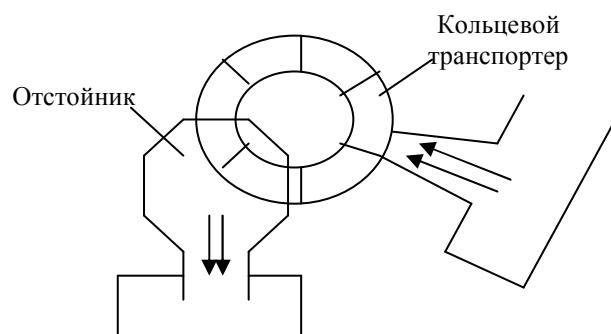


Рис. 2. Схема конвейерно-кольцевой купочной установки

Частота вращения -  $0,76 \text{ мин}^{-1}$

Недостатки: 1. Трудность загона овец на транспортер; 2. Уход овец назад и в стороны; 3. Частые травмы конечностей животных между кромкой стенок и поверхностью транспортера.

4. Установки выдвижного типа

В установке Саратовского института механизации с.х. (распространена в России) роль предкупочного загона выполняет кошара, к которой примыкает установка. Особенность установки - наличие бетонированной площадки с наклонным полом, на которой у овец перед купанием смывают грязь с копыт

Недостатки: 1. Малая вместимость выдвижного пола (40-60 овец), поэтому много времени тратится на частый загон овец на платформу, что снижает производительность труда; 2. Отсутствует механизм, принудительно подающий овец на платформу; 3. Травмирование конечностей; 4. Требуется тщательное наблюдение за животными, частое маневрирование платформой, чтобы предотвратить затягивание ног между платформой и стенкой.

5. Установки с наклоняющейся площадкой (Казахстан и Киргизия)

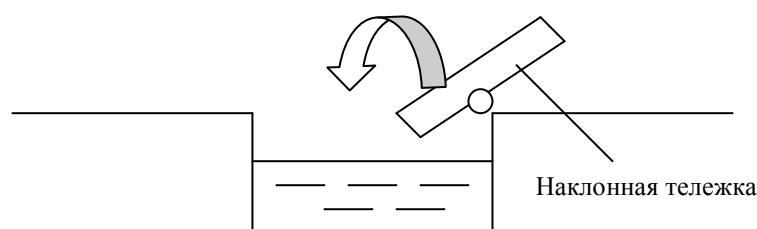


Рис. 3. Схема установки с наклоняющейся площадкой

Недостатки: 1. Травмирование копытец и конечностей при скольжении по полу площадки; 2. Отсутствие принудительно подающего механизма.

6. Установки жалюзийного типа (КУП-1 - конструкции Полтавского)

Недостаток: Резкое снижение производительности при повторных обработках.

7. Установка со сбрасывающим механизмом «бегущая волна» УПК-300

8. Комбинированного типа - толкающая тележка + наклоняющаяся платформа

*Основные требования к купочным установкам:*

а) к размещению установки:

1. Ровная площадка;
  2. Не ближе 500 м от естественных и искусственных водоемов;
  3. Не менее 50 м от зданий, скотных дворов и других с.х. объектов.
- б) зооветеринарные:
1. Концентрация раствора: гексохлоран - 0,25-0,3%, креалин 0,25-1,5%;
  2. Температура: смешивания компонентов - 60-65°C, купания - 20-25°C;
  3. Экспозиция - 30-60 с, с головой 1-2 с;
  4. Оптимальные размеры ванны: глубина 150-160 см, ширина - не менее 650 см в верхней части, 450 см в нижней части, оптимальный объем - 15-17 м<sup>3</sup>;
  5. Высота сбрасывания - 0,5 м;
  6. Обеспечение свободное движение животных в ванне;
  7. Полное смачивание кожного покрова овец всех пород при сохранении чистоты шерсти.

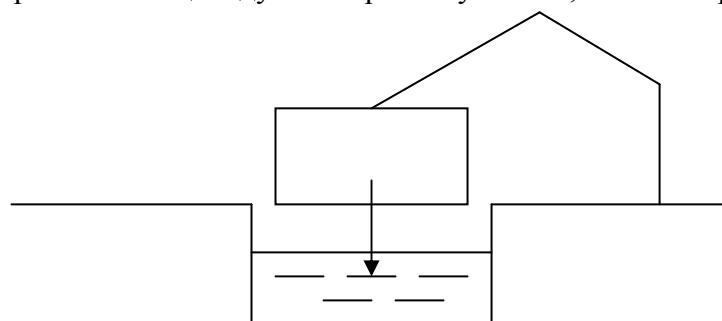
в) технико-экономические:

1. Производительность - не менее 300 взрослых овец за смену при обслуживании 3 рабочими;
2. Итоговый расход жидкости на 1 голову - 4 литра - на стриженную овцу, 6-3 литра - на неостриженную;
3. Установленная мощность - не более 25 кВт;
4. Металлоемкость - не более 10 т.

*Погружные устройства:*

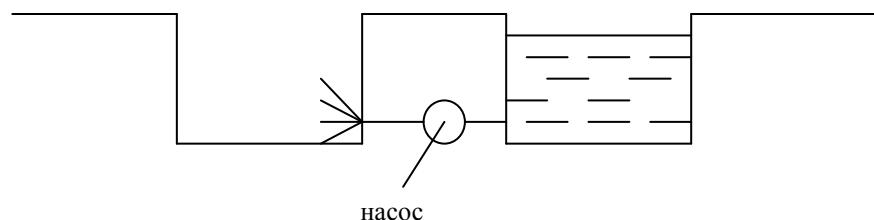
- а) с опускающейся клетью (МКУ-1 механизированная купочная установка) - овец толкающей тележкой загоняют в клеть и опускают в ванну. Сетка, перекрывающая клеть сверху, обеспечивает окунание их с головой на 2-3 с. Затем клеть поднимают и выпускают животных в отстойный загон.

Преимущества: отсутствие резких физических воздействий, поэтому при последующих обработках овцы идут на обработку так же, как и в первый раз.



*Рис. 4. Схема установки с опускающейся клетью*

- б) с заполняемыми бассейнами (УКО-750) - 2 бассейна, система разбрзгивания жидкости, бассейны цилиндрические Ø10 м, глубина 1,2 м. Заполняют один - во второй загоняют 250-280 овец, перекачивают эмульсию из первого во второй, головы обрабатывают разбрзгиванием.



*Рис. 5. Схема установки с заполняемыми бассейнами*

*Механизация подачи овец в ванне*

## **2. Требования, предъявляемые к купочным и душевым установкам**

Овцы болезненно реагируют на процесс купания, и подогнать их к ванне очень трудно. Для этой операции привлекают 5-10 человек и затрачивают более половины времени всего техпроцесса. Для облегчения процесса подачи животных к установкам применяются следующие приемы:

1. Загоняют овец с двух сторон так, чтобы они видели друг друга;
2. Рядом с ванной размещают клетку, в которой помещают несколько приманочных овец и коз;
3. Располагают овец так, чтобы они видели животных в отстойном загоне;
4. Используют козла-вожака, за которым овцы идут более охотно;
5. Загоняют с помощью специально обученных собак;
6. Ставят установку вплотную к кошаре, откуда животные хорошо идут на свет;
7. Предкупочный загон делят на несколько частей и перегоняют овец из одного в другой последовательно;
8. Для уменьшения запаха креолина ставят предкупочный загон с подветренной стороны.

Наибольший эффект достигается при комплексном использовании всех способов.

### *Недостатки ванн:*

1. Большой расход воды и препарата;
2. Нестабильность качества эмульсии;
3. Отрицательные последствия на воспроизводство овец;
4. Загрязнение окружающей среды.

Фактический расход жидкости на 1 овцу - 10 т., т.к. эмульсию используют только один день.

### *2. Душевые установки*

Опрыскивают стриженых овец против эстроза эмульсией ТХМЗ, ДДВФ, пестицидами, и не менее 2-х раз - против вольфартиоза.

### *Преимущества душевых установок:*

1. Меньший в 3-5 раз по сравнению с ваннами расход эмульсии;
2. Отсутствие травмирования животных;
3. Возможность передвижения установки.

### *Виды установок:*

1. С неподвижными распылителями (камеры прямоугольной формы, над камерой и по ее полу проложены трубы, в которых высверлены отверстия или вмонтированы сопла), жидкость к распылителям подается центробежным насосом.

Недостатки: 1. Необходим насос повышенной производительности, 2. Отсутствие равномерности обработки овец, 3. Неполное смачивание шерсти, 4. Имеет место мощный поток (из-за большого количества распылителей), что затрудняет фильтрацию эмульсии и приводит к излишнему ее охлаждению.

2. С подвижными распылителями (круглые камеры, в которых верхние разбрызгиватели размещены в горизонтальных штангах, вращающихся под действием реактивных сил струй жидкости по принципу Сигнерова СДУ-800 - установка кольцевого типа, Австралия).

3. Установки комбинированного типа (овец подают в ванну, голову, часть шеи и спины обрабатывают струями УКО-750).

### *4. Передвижные установки*

Установки завода «Гидропресс» и Австралийской фирмы «Далджети». Камера, смонтированная на одноосном прицепе, два бака для жидкости, насосный агрегат, устройство для фильтрации и сбора жидкости.

В верхние и нижние распылители жидкость подается попеременно. Это позволяет овце нормально дышать независимо от того, опущена или поднята ее голова.

5. Животноводческие опрыскиватели (ШРР - ЛСД-ЗМ-1 , ВДМ-2)

6. Станок для обработки свиней и хряков СОЖ-1 (две камеры - для струйной обработки и для сушки калорифером).

#### *Недостатки душевых установок*

Не всегда обеспечивается качественное промачивание шерсти и, в связи с этим, обработке подлежат только стриженные животные.

#### *Вспомогательное оборудование душевых и купочных установок*

1. Подогреватели эмульсии - паровые и электродные. Паровые - используется котел КВ-300, отопительная система и паропровод. Влияние электронагрева на эмульсию недостаточно изучено, поэтому сначала нагревают воду, а потом добавляют маточный раствор.

#### 2. Средства фильтрации эмульсии.

Овцы сильно загрязняют эмульсию. Ногами они заносят песок, пыль, из шерсти также вымывается песок, пыль, семена растений, жиропот, шерстные волокна и сечка после стрижки. От испуга животные испражняются. В среднем количество грязи от одной овцы достигает 200-400 г. В купочной установке МКУ-1 за день работы скапливается до 3 м<sup>3</sup> грязи. При загрязнении эмульсии концентрация активных изомеров в ней падает. Жидкость, стекающая с овец, собирается в отстойники, фильтруется и используется повторно.

### **3. Технологические расчеты купочных и душевых установок**

Дневной расход жидкости в ванне

$$A = S \tau_0 N + A_0$$

где  $S$  - площадь поверхности кожного покрова одной овцы, м<sup>2</sup> (овцематок – 1,0 – 1,8 м<sup>2</sup>, баранов - 2,0 - 2,6 м<sup>2</sup>)

$\tau_0$  - остаточное насыщение шерстного покрова овец жидкостью, кг/м<sup>2</sup>

$N$  - количество овец, обработанных за одну смену

$A_0$  - количество жидкости для одной зарядки ванны, кг

$$\tau_0 = 0,1 + C_0 l$$

где  $C_0$  - коэффициент, учитывающий плотность шерстных волокон на 1 мм<sup>2</sup> и их толщину (для грубошерстных и полугрубошерстных 66 кг/м<sup>3</sup>)

$l$  - длина шерстных волокон.

Дневной расход жидкости в камерах:

Количество жидкости, поданной на овец, должно превышать требуемое для полного насыщения в 2,5 - 3 раза.

Время обработки:

$$t_0 \geq \frac{\tau_{\max} \cdot \delta_c \cdot S \cdot k}{\rho \cdot Q}$$

$\tau_{\max}$  - предельное насыщение, кг/м<sup>2</sup>

$\delta_c$  - величина, показывающая, во сколько раз поверхность овцы больше площади, на которой они размещены

$S$  - площадь камеры, м<sup>2</sup>

$k$  - 2,5...3,0 - коэффициент расхода жидкости

$Q$  - интенсивность подачи жидкости, м<sup>3</sup>/с

$\rho$  - плотность эмульсий, г/м<sup>3</sup>

Предельное насыщение

$$t_{\max} = 0,3 + C_n l$$

$C_n$  - коэффициент, учитывающий характеристику шерстного покрова (для грубошерстных и полугрубошерстных  $C_n = 220$  кг/м<sup>3</sup>)

$l$  - длина шерстных волокон, мм

## **1. 8 Лекция № 12 (2 часа).**

**Тема: «Математическое моделирование технологических процессов в животноводстве»**

### **1.8.1 Вопросы лекции:**

1. Классификация процессов первичной переработки сельскохозяйственной продукции.
2. Алгоритм математического моделирования процессов первичной переработки продукции в АПК.
3. Системы линейных уравнений.

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Классификация процессов первичной переработки сельскохозяйственной продукции**

Всё многообразие процессов первичной переработки продукции в АПК можно классифицировать следующим образом.

##### **1.1 Частичное обезвоживание высоковлажных продуктов термическим способом:**

- 1.1.1. Сушка зеленой травы с целью получения сенажа, сена, травяной муки;
- 1.1.2. Сушка фруктов, ягод, овощей, грибов;
- 1.1.3. Сушка натурального молока с целью получения сгущённого или сухого молока;
- 1.1.4. Сушка натуральных сливок с аналогичными целями;
- 1.1.5. Сушка свежих куриных яиц - яичный порошок;
- 1.1.6. Сушка рыбы, мяса;
- 1.1.7. Сушка кровяной муки на предприятиях по убою скота – кровяная мука;
- 1.1.8. Сушка сырого зерна; сырого сена;
- 1.1.9. Сушка макаронных изделий в процессе их производства;
- 1.1.10. Сушка сухарей из хлебобулочных изделий;
- 1.1.11. Сушка сока сахарной свеклы в процессе производства сахара;
- 1.1.12. Перегонка воды с целью получения дистиллированной воды;
- 1.1.13. Перегонка спиртосодержащих жидкостей с целью получения жидкостей с иным содержанием спирта;
- 1.1.14. Сушка строительных пиломатериалов

##### **1.2. Механическое разделение сырьевых продуктов на составные компоненты отжимом в поле центробежных сил (центрифugирование), отстоем в поле гравитационных сил,**

##### **прессованием, разделением на решетных классификаторах, фильтрах, магнитных сепараторах:**

- 1.2.1. Отжим соков зеленых трав, соков свежих ягод, фруктов, овощей;
- 1.2.2. Отжим растительных масел из семян масличных культур;
- 1.2.3. Разделение молока на сливки и обезжиренное или нормализованное по жиру молоко;
- 1.2.4. Разделение жидкого навоза на густую и осветленную жидкую фракции;
- 1.2.5. Очистка зерна от посторонних примесей;
- 1.2.6. Сортировка сыпучих строительных материалов, зерна на размерные фракции;
- 1.2.7. Очистка молока, растительных и машинных масел от механических примесей;
- 1.2.8. Мойка корнеплодов.

**1.3. Смешивание различных веществ между собой с целью получения смесей с заданными физико-механическими,**

**химическими или биологическими свойствами:**

1.3.1. Смешивание моющих и дезинфицирующих веществ с водой;

1.3.2. Высококонцентрированных ядов, удобрений с водой с целью получения рабочих растворов;

1.3.3. Горячей и холодной воды с целью получения теплой воды;

1.3.4. Серной кислоты с дистиллированной водой для получения электролита свинцовых кислотных аккумуляторных батарей;

1.3.5. Сухого молока с водой для получения восстановленного молока (молочный напиток);

1.3.6. Сливок с маложирным молоком или обезжиренного молока с высокожирным молоком с целью получения нормализованного по жиру молока;

1.3.7. Спирта с водой и микродобавками для получения спиртных напитков;

1.3.8. Смешивание различных кормов между собой для получения кормосмесей;

1.3.9. Муки с водой и микродобавками для получения теста;

1.3.10. Сыпучих строительных материалов (цемент, песок, гравий, щебенка и т. д.) с водой;

1.3.11. Смешивание красок между собой или с растворителями.

Характерной особенностью **процессов первой группы** является разделение исходного продукта или сырья на частично (или полностью) обезвоженный остаток с заданной влажностью и чистую, практически дистиллированную воду с содержанием сухого вещества в ней "ноль" процентов, удаленную из сырья в виде пара.

Графическая интерпретация таких процессов может быть представлена следующим образом:

**Таблица 1**

| Назначение и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса                                  |                   |                  |
|--|--|-------------------|------------------|
|  |  |                   |                  |
| Название вещества  | Сырьё  | Испарившаяся вода | Конечный продукт |
| Масса или объем вещества   | $M_c$  | $M_b$             | $M_{k.n.}$       |
| Относительная влажность, %                                       | $W_c$  | $W_b=100\%$       | $W_{k.n}$        |

где  $W_c$ ,  $W_b$ ;  $W_{k.n}$  относительная влажность, соответственно, сырья, испарившейся воды и конечного продукта.  $W_{k.n}$ . В таких процессах всегда меньше  $W_c$ , т.е.  $W_{k.n} < W_c$ .

При расчете этих процессов требуется определить либо выход конечного продукта при заданном количестве сырья, либо потребное количество сырья при заданном количестве продукта. Иногда требуется определять и выпаренное количество влаги, необходимое для расчета потребного количества тепла и, следовательно, топлива для испарения этой влаги, например, на огневых сушилках.

Математическая модель таких процессов будет иметь вид

$$M_C - M_B = M_{K.P.} \quad (1)$$

$$W_C M_C - 100 M_B = W_{K.P.} M_{K.P.} \quad (2)$$

где  $M_C$ ,  $M_B$ ,  $M_{K.P.}$  – масса сырья, влаги, конечного продукта соответственно;  $W_C$ ,  $W_{K.P.}$  – относительная влажность сырья и конечного продукта.

Уравнение (1) этой системы представляет собой уравнение баланса масс веществ, участвующих в процессе сушки сырья. Уравнение (2) – уравнение баланса влаги в этом процессе.

Решив систему уравнений (1) и (2), получим значения величин  $M_C$ ;  $M_B$ ;  $M_{K.P.}$

$$M_C = f(M_B; M_{K.P.}; W_C; W_B; W_{K.P.})$$

$$M_B = f(M_C; M_{K.P.}; W_C; W_B; W_{K.P.})$$

$$M_{K.P.} = f(M_B; M_C; W_C; W_B; W_{K.P.})$$

$$M_C = M_{K.P.} \frac{100 - W_{K.P.}}{100 - W_C} \quad (3)$$

$$M_C = M_B \frac{100 - W_{K.P.}}{W_C - W_{K.P.}} \quad (4)$$

$$M_{K.P.} = M_C \frac{100 - W_C}{100 - W_{K.P.}} \quad (5)$$

$$M_{K.P.} = M_B \frac{100 - W_C}{W_C - W_{K.P.}} \quad (6)$$

$$M_B = M_C \frac{W_C - W_{K.P.}}{100 - W_{K.P.}} \quad (7)$$

$$M_B = M_{K.P.} \frac{W_C - W_{K.P.}}{100 - W_C} \quad (8)$$

Именно в таком виде формулы (3)...(8) используются в литературе.

Особенностью **процессов второй группы** является получение жидких фракций, влажность которых всегда меньше 100%.

Графическая интерпретация таких процессов выглядит следующим образом:

**Таблица 2**

|   | Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса |                |                |
|---|--|---|----------------|----------------|
|   |  |   | -              | =              |
| 1 | Название вещества  | Сырьё   | Жидкая фракция | Густая фракция |
| 2 | Масса или объем вещества                                       | $M_C$   | $M_{ж.ф.}$     | $M_{г.ф.}$     |
| 3 | Относительная влажность, %                                     | $W_C$   | $W_{ж.ф.}$     | $W_{г.ф.}$     |

где  $W_C$ ;  $W_{ж.ф.}$ ;  $W_{г.ф.}$  – относительная влажность, соответственно, сырья жидкой фракции, густой фракции.

Численное значение влажности  $W_c$ ;  $W_{ж.ф}$ ;  $W_{э.ф}$  в процентах и количество одного из трех веществ, участвующих в процессе в массовых или объемных единицах обычно задается в качестве исходных данных. Количество двух других веществ определяется расчетным путем.

Математическая модель описанного процесса будет иметь вид:

$$M_c - M_{ж.ф} = M_{э.ф} \quad (9)$$

$$W_c M_c - W_{ж.ф} M_{ж.ф} = W_{э.ф} M_{э.ф} \quad (10)$$

Решив данную систему уравнений, получим по аналогии с (3...8) зависимости

$$M_c = f(M_{ж.ф}; M_{э.ф}; W_c; W_{ж.ф}; W_{э.ф})$$

$$M_{ж.ф} = f(M_c; M_{э.ф}; W_c; W_{ж.ф}; W_{э.ф})$$

$$M_{э.ф} = f(M_{ж.ф}; M_c; W_c; W_{ж.ф}; W_{э.ф})$$

Конечные формулы имеют следующий вид:

$$M_c = M_{г.ф} (W_{ж.ф} - W_{г.ф}) / (W_{ж.ф} - W_c)$$

$$M_{ж.ф} = M_{ж.ф} (W_{ж.ф} - W_{г.ф}) / (W_c - W_{г.ф})$$

$$M_{г.ф} = M_c (W_{ж.ф} - W_c) / (W_{ж.ф} - W_{г.ф})$$

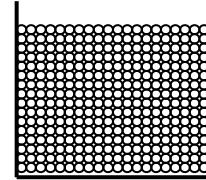
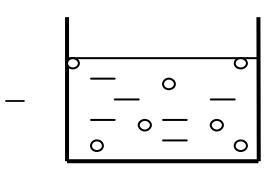
$$M_{ж.ф} = M_c (W_c - W_{г.ф}) / (W_{ж.ф} - W_{г.ф})$$

$$M_{ж.ф} = M_{г.ф} (W_c - W_{г.ф}) / (W_{ж.ф} - W_c)$$

В качестве конкретного примера **процессов второй группы** рассмотрим моделирование процесса получения подсолнечного масла.

Графическая интерпретация этого процесса будет выглядеть следующим образом:

**Таблица 3**

| Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса                                 |                    |  |
|--|---|--------------------|--|
|  |  | -                  |  |
| Название вещества  | Семена подсолнечника  | Подсолнечное масло | Подсолнечный жмых  |
| Масса вещества   | $M_c$   | $M_m$              | $M_{ж.m}$  |
| Относительное содержание растительного жира, %                 | $\mathcal{K}_c$   | $\mathcal{K}_m$    | $\mathcal{K}_{ж.m}$  |

где  $\mathcal{K}_c$ ;  $\mathcal{K}_m$ ;  $\mathcal{K}_{ж.m}$  процентное содержание растительного жира, соответственно, в семенах подсолнечника, в подсолнечном масле и подсолнечном жмыхе.

Математическая модель процесса получения подсолнечного масла имеет вид:

$$M_c - M_m = M_{ж.m} \quad (11)$$

$$\mathcal{K}_c M_c - \mathcal{K}_m M_m = \mathcal{K}_{ж.m} M_{ж.m} \quad (12)$$

Решив систему уравнений (11) и (12) в общем виде, получим конечные формулы:

$$M_m = M_{ж.m} (\mathcal{K}_c - \mathcal{K}_m) / (\mathcal{K}_m - \mathcal{K}_c)$$

$$M_m = M_c (\bar{J}_c - \bar{J}_m) / (\bar{J}_m - \bar{J}_{jm})$$

$$M_{jm} = M_m (\bar{J}_m - \bar{J}_c) / (\bar{J}_c - \bar{J}_{jm})$$

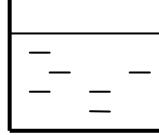
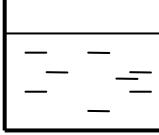
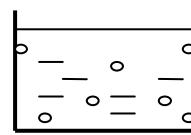
$$M_c = M_m (\bar{J}_m - \bar{J}_c) / (\bar{J}_m - \bar{J}_{jm})$$

$$M_c = M_{jm} (\bar{J}_m - \bar{J}_{jm}) / (\bar{J}_m - \bar{J}_c)$$

$$M_c = M_m (\bar{J}_m - \bar{J}_{jm}) / (\bar{J}_c - \bar{J}_{jm})$$

Моделирование **процессов третьей группы** покажем на примере приготовления электролита различной плотности для свинцовых аккумуляторных батарей.

**Таблица 4**

| Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса                               |  |   |
|--|---|--|---|
|  |  |  |  |
| Название вещества  | Серная кислота  | Дистиллированная вода  | Электролит  |
| Объем вещества, см <sup>3</sup>                                | $V_k$   | $V_b$  | $V_{el}$  |
| Плотность, г/см <sup>3</sup>                                   | $\rho_k$  | $\rho_b$   | $\rho_{el}$   |

Математическая модель процесса

$$V_k + V_b = V_{el} \quad (13)$$

$$\rho_k V_k + \rho_b V_b = \rho_{el} V_{el}$$

После решения системы (13); (14) конечные формулы будут иметь следующий вид:

$$V_k = V_b (\rho_{el} - \rho_b) / (\rho_k - \rho_{el})$$

$$V_k = V_b (\rho_{el} - \rho_b) / (\rho_k - \rho_b)$$

$$V_b = V_k (\rho_k - \rho_{el}) / (\rho_k - \rho_b)$$

$$V_b = V_k (\rho_k - \rho_{el}) / (\rho_k - \rho_b)$$

$$V_{el} = V_k (\rho_k - \rho_b) / (\rho_{el} - \rho_b)$$

$$V_{el} = V_k (\rho_k - \rho_b) / (\rho_k - \rho_{el})$$

Надеемся читатель убедился в трудности использования метода продуктового расчета, основанного на использовании готовых конечных формул. Алгоритма запоминания названных формул не существует. Для использования этого метода необходимо иметь значительный объем справочной литературы, охватывающей всё многообразие процессов первичной переработки продукции в АПК.

Алгоритм математического моделирования процессов первичной переработки продукции не требует наличия справочной литературы, запоминания готовых конечных формул.

Рассмотрим этот алгоритм подробнее.

## 2. Алгоритм математического моделирования процессов первичной переработки продукции в АПК

Прежде чем приступить к расчету любого из перечисленных выше процессов, необходимо тщательно изучить поставленную задачу, выучить на память содержание задачи, выделить в ней главное - что дано и что требуется определить расчетным путем. Необходимо ясно представлять **сущность, смысл, идею и графическую интерпретацию технологического процесса**.

После этого вычертить и заполнить таблицу.

Рассмотрим это на примере 1:

*Вычислить количество сливок жирностью 20% и количество молока жирностью 2,5%, полученных при нормализации 1000 кг высокожирного молока жирностью 4,2%*

**Сущность процесса – отъём сливок от молока повышенной жирности с целью получения оставшегося молока меньшей стандартной жирности.** Нам неважно знать, как это делается, на каких машинах, как этот процесс растянут во времени. Надо знать ответ только на два вопроса - сколько получится сливок и сколько нормализованного молока?

Обозначим количество сливок  $X$ , количество нормализованного молока  $Y$  и приступим к заполнению таблицы № 5.

### Расчет процесса нормализации высокожирного молока

Таблица 5

|   | Название и физические свойства веществ, участвующих в технологическом процессе | Графическая интерпретация процесса |        | технологического       |
|---|--|------------------------------------|--------|------------------------|
|   |  |                                    | =      |                        |
| 1 | 2  | 3                                  | 4      |                        |
|   | Точное название вещества   | Высокожирное молоко                | Сливки | Нормализованное молоко |
|   | Масса (объем) вещества, кг; л.   | 1000                               | X      | Y                      |
|   | Содержание жира в веществах, %   | 4,2                                | 20     | 2,5                    |

### Особенности таблицы

1. Число столбцов в таблице, не считая первого, определяется численностью веществ, участвующих в процессе переработки. В общем случае оно колеблется от трех до нескольких десятков. Необходимо строго соблюдать правило - **для каждого вещества свой столбец**.

2. Число строк в таблице определяется численностью заданных физических свойств веществ. Но и здесь требуется строгое соблюдение правила - первая строка всегда отводится для **точного названия** вещества, вторая - для записи масс или объемов веществ, участвующих в процессе. Последующие строки (3-я; 4-я...) служат для записи числовых значений физических свойств: влажности, жирности, плотности, кислотности, питательности и т.д.

Обращаем внимание читателя на термин «**точное название вещества**» в строке 1 в силу его огромной важности. Невнимательный читатель может написать в строке 1

таблицы, например, такие названия: молочная цистерна, бак со сливками, бочка с молоком. Получится абсурд.

Цистерна, бак, бочка - это предметы, тара, оборудование в конце-концов, но никак не вещество. Эти предметы не могут иметь жирность, плотность и т.д.

И последнее. Математические знаки «-»; «+»; «=» в графической интерпретации необходимо писать точно на границе между двумя смежными столбцами.

Дальнейшая последовательность расчетов будет такой.

1. После заполнения таблицы, используя графическую интерпретацию процесса и строку № 2, необходимо составить уравнение баланса масс (объемов) веществ в процессе переработки. В примере 1 это уравнение будет иметь вид:

$$1000 - X = Y \quad (15)$$

2. Составить второе уравнение - уравнение баланса физического свойства (в примере 1 - уравнение баланса жира). Для этого необходимо каждый член **первого** уравнения **умножить** на физическую характеристику вещества, представленного в уравнении числом или условным обозначением, сохранив при этом знаки «-»; «+»; «=» такими, как в первом уравнении. Другая формулировка правила получения второго уравнения. Для составления второго уравнения необходимо **перемножить** данные строки 2 и строки 3 в одноименных столбцах, сохранив математические знаки «-»; «+»; «=» как в первом уравнении.

В примере таблицы 5 второе уравнение будет иметь вид:

$$4,2 \times 1000 - 20X = 2,5Y \quad (16)$$

Перепишем полученные уравнения еще раз

$$1000 - X = Y \quad (15)$$

$$4200 - 20X = 2,5Y \quad (16)$$

Мы получили математическую модель процесса нормализации высокожирного молока до молока стандартной жирности. Решив систему (15), (16), получим  $X = 97$  кг;  $Y = 903$  кг. Рассмотрим еще несколько примеров получения математических моделей.

**Пример 2.** В смеситель засыпали измельченный картофель влажностью 70% и питательностью 0,3 к.ед./кг; концентраты влажностью 13%, питательностью 0,95 к.ед./кг; силос влажностью 75%, питательностью 0,25 к.ед./кг. Масса смеси оказалась равной 800 кг, средняя влажность 58%, а питательность смеси 0,44 к.ед./кг.

Определить массу картофеля, концентратов и силоса, вошедших в состав кормосмеси. **Расчет потребности кормов для приготовления кормосмеси Таблица 6**

| Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация процесса получения кормосмеси |           |      |   |          |
|--|---|-----------|------|---|----------|
|  | 1   | 2         | 3    | 4 | 5        |
| Точное название вещества                                       | картофель   | концентра | сил  |   | кормосме |
| Масса кормов, кг   | X   | Y         | z    |   | 800      |
| Влажность кормов, %  | 70  | 13        | 75   |   | 58       |
| Питательность кормов, к.ед./кг                                 | 0,3   | 0,95      | 0,25 |   | 0,44     |

Математическая модель процесса имеет вид

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$70X + 13Y + 75Z = 58 \times 800 \quad (18)$$

$$0,3 X + 0,95 Y + 0,25Z = 0,44 \times 800 \quad (19)$$

Решив полученную систему уравнений, будем иметь:

$$X = 240 \text{ кг};$$

$$Y = 200 \text{ кг};$$

$$Z = 360 \text{ кг}$$

**Пример 3.** Свежие ягоды клубники, влажностью 80% и содержанием сахара 5%, высушили до влажности 13%. Во сколько раз увеличится содержание сахара в сухой клубнике, если весь сахар при сушке остается в ягодах?

**Примечание. В процессах 1-го вида - испарение, выпаривание влаги - при расчете процесса целесообразнее использовать не относительную влажность веществ, а содержание абсолютно сухого остатка.**

Этот прием позволяет значительно облегчить решение системы уравнений, так как одно из уравнений получается с одним неизвестным. Заполняем таблицу 7.

#### Расчет процентного содержания сахара в сухих ягодах клубники

Таблица 7

|                                      | Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация кормосмеси |                      | процесса получения |
|--------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------|--------------------|
|                                      |  | -                                    | =                    |                    |
| 1                                    | 2  | 3                                    | 4                    |                    |
| Точное название вещества             | Свежая ягода клубники  | Испарившаяся вода                    | Сухая ягода клубники |                    |
| Масса веществ, кг                    | X  | Y                                    | Z                    |                    |
| Величина абсолютно сухого остатка, % | 20   | 0                                    | 87                   |                    |
| Содержание сахара, %                 | 5  | 0                                    | P                    |                    |

Математическая модель процесса

$$X - Y = Z \quad (20)$$

$$20X - 0 = 87Z \quad (21)$$

$$5X - 0 = PZ \quad (22)$$

Из уравнения (22) находим содержание сахара «P» в сухих ягодах клубники.

$$P = 5 \frac{X}{Z} \quad (23)$$

Отношение  $\frac{X}{Z}$  находим из уравнения (21).

$$\frac{X}{Z} = \frac{87}{20}$$

Таким образом, 5-ти процентное содержание сахара в свежей клубнике при сушке увеличится в 4,35 раза и составит 21,75%.

**Пример 4.** В молочном цехе смонтирована поточная линия по производству сгущенного молока с сахаром со следующими свойствами:

- Содержание сахара свекловичного 15%,
- Содержание жира 8%.
- Общее содержание сухого остатка – 30 %

Производительность линии 1000кг «сгущенки» в сутки.

Определить суточную потребность в сырье:

1. Нормализованного молока, его жирность, если содержание сухого остатка в нем 12%;
2. Сахарного песка влажностью 13%;
3. Количество выпаренной воды, кг/сут.

Вариации исходных данных в этой задаче могут быть весьма разнообразными. Это один из вариантов. Ниже мы убедимся, как легко решаются подобного рода задачи методом математического моделирования. Заметим попутно, что значение численной величины массы выпаренной воды позволит в дальнейшем рассчитать количество тепловой энергии, потребной на выпаривание воды из натурального молока, помятуя о теплоте испарения воды.

**Расчет процесса получения сгущенного молока с сахаром Таблица 8**

| /п | Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация процесса |                 |                    |                            |  |
|----|--|------------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|--|
|    |  |                                    | -               |                    | +                          |  |
|    | 1  | 2                                  | 3               | 4                  | 5                          |  |
|    | Точное название вещества                                       | Натуральное молоко                 | Выпаренная вода | Сахар свекловичный | Сгущенное молоко с сахаром |  |
|    | Масса веществ, кг/сут  | X                                  | Y               | Z                  | 1000                       |  |
|    | Содержание жира, %   | $\mathcal{K}_m$                    | 0               | 0                  | 8                          |  |
|    | Содержание абсолютно сухого остатка, %                         | 12                                 | 0               | 87                 | 30                         |  |
|    | Содержание свекловичного сахара, %                             | 0                                  | 0               | 100                | 15                         |  |

Математическая модель процесса

$$X - Y - Z = 1000 \quad (24)$$

$$\mathcal{K}_m \times X - 0 + 0 = 8 \times 1000 \quad (25)$$

$$12X - 0 + 87Z = 30 \times 1000 \quad (26)$$

$$0 - 0 + 100Z = 15 \times 1000 \quad (27)$$

Обратим внимание читателя на то, что уравнение (27) в полученной системе оказалось с одним неизвестным. Из него сразу получаем значение  $Z = 150\text{кг}$

Дальнейший ход решения комментарий не требует.

$X = 1412,5 \text{ кг}; Z = 150 \text{ кг};$

$Y = 562,5\text{кг}; \mathcal{X}_m = 5,66 \%$ .

Но не все так прозрачно, как кажется на первый взгляд. Чтобы у читателя не сложилось «несерьезное» отношение к решению систем 3-х; 4-х и более уравнений сообщим, что **пример 4** подобран специально. Его особенность в том, что коэффициенты при неизвестных  $X, Y, Z$  в трех уравнениях из четырех равны нулю. Однако чаще всего при решении подобных задач все коэффициенты при неизвестных отличны от нуля.

**Пример 5.** Суточный рацион коровы, скормливаемый в виде кормосмеси 24 кг/сут, состоит из сена, корнеплодов, сенажа и комбикорма. Характеристика этих кормов имеет следующие показатели - таблица 9.

Рассчитать количество сена, корнеплодов, сенажа и комбикорма, необходимого для получения кормосмеси, содержащей 23 г/кг протеина, 4,1 МДж/кг обменной энергии и 0,37 к.ед/кг питательности (таблица 10).

**Характеристика кормов Таблица 9**

| /п                                   | Показател и | Сено | Корне плоды | Сенаж | Комб икорм | Корм осмесь |
|--------------------------------------|-------------|------|-------------|-------|------------|-------------|
| 1                                    | 2           | 3    | 4           | 5     | 6          |             |
| Содержани е протеина, г/кг           | 8<br>2      | 13   | 3<br>9      | 1,4   | 24         |             |
| Содержани е обменной энергии, МДж/кг | ,6<br>4     | 1,25 | 3,<br>6     | 10,2  | 4,1        |             |
| Питательн ость к.ед/кг               | ,47<br>0    | 0,13 | 0,<br>3     | 0,95  | 0,37       |             |

Заполняем таблицу № 10.

**Расчет состава кормосмеси**

**Таблица 10**

| /п | Название и физические свойства кормов | Графическая интерпретация |             |       |            |             |   |
|----|---------------------------------------|---------------------------|-------------|-------|------------|-------------|---|
|    |                                       | 1                         | 2           | 3     | 4          | 5           | 6 |
|    | Название корма                        | сено                      | корн еплоды | сенаж | комбико рм | корм осмесь |   |
|    | Масса кормов, кг                      | X                         | Y           | Z     | K          | 24          |   |
|    | Содержание протеина, г/кг             | 8<br>2                    | 13          | 39    | 1,4        | 23          |   |
|    | Питательност ь, к.ед/кг               | ,47<br>0                  | 0,13        | 0,3   | 0,95       | 0,37        |   |
|    | Содержание обменной энергии МДж/кг    | ,6<br>4                   | 1,25        | 3,6   | 10,2       | 4,1         |   |

Математическая модель кормосмеси имеет следующий вид:

$$X+Y+Z+K=24 \quad (28)$$

$$82X+13Y+39Z+1,4K=23 \times 24 \quad (29)$$

$$0,47 X + 0,13 Y + 0,3 Z + 0,95 K = 0,37 \times 24 \quad (30)$$

$$4,6 X + 1,25 Y + 3,6 Z + 10,2 K = 4,1 \times 24 \quad (31)$$

Выполнив умножение в правой части уравнений, получим окончательный вид математической модели:

$$X+Y+Z+K=24$$

$$82X+13Y+39Z+1,4K=552$$

$$0,47 X + 0,13 Y + 0,3 Z + 0,95 K = 8,88$$

$$4,6 X + 1,25 Y + 3,6 Z + 10,2 K = 98,4$$

Решив данную систему получим:

$$X = 0,04 \text{ кг}; Z = 11,22 \text{ кг}$$

$$Y = 8,06 \text{ кг}; K = 4,7 \text{ кг}.$$

Результаты расчетов показывают, что сено в рацион можно не включать.

**Пример 6.** Из суточной нормы кормления свиноматки на долю зерновых кормов (ячмень) приходится 4,5 кормовых единиц (к.ед./гол.). Питательность абсолютно сухого

ячменя равна 1,24 к.ед./кг. Сколько голов N свиноматок может прокормить 1га посевов ячменя в течение года, если урожайность зерна на нем составляет 3000 килограмм на гектар при влажности зерна 15%.

#### Алгоритм решения

1. Вычисляется количество абсолютного сухого зерна, получаемого с 1 га посевов. Для этого заполняем таблицу 11. **Расчет количества абсолютно сухого ячменя, получаемого с 1га посевов.**

Таблица 11

| Название и физические характеристики веществ | Графическая интерпретация процесса получения |                   |                       |
|--|--|-------------------|-----------------------|
|  | кормосмеси                                   | -                 | =                     |
| 1  | 2  | 3                 | 4                     |
| Точное название вещества                     | Сырое зерно                                  | Испарившаяся вода | Абсолютно сухое зерно |
| Масса, кг/га                                 | 3000   | X                 | Y                     |
| Содержание абсолютно сухого вещества, %      | 85   | 0                 | 100                   |

Математическая модель получения абсолютно сухого ячменя:

$$3000 - X = Y \quad (32)$$

$$85 \times 3000 = 100Y \quad (33)$$

Из уравнения (33) находим

$$Y = \frac{85 \times 3000}{100} = 2550 \text{ кг/га}$$

2. Определяется количество абсолютно сухого ячменя, требующееся на одну свиноматку в течении года - G год/гол.

$$G_{\text{год}} = \frac{4,5 \frac{\text{к.ед.}}{\text{сум. гол}}}{1,24 \frac{\text{к.ед.}}{\text{кг}}} \cdot 365 \frac{\text{сум}}{\text{год}} = 1324 \frac{\text{кг}}{\text{год} \cdot \text{гол.}}$$

3. Определяется количество свиноматок, которое можно прокормить в течение года урожаем ячменя с одного гектара

$$N = \frac{2550 \text{ кг/га}}{1324 \text{ кг/год} \cdot \text{год}} = 1,92, \text{ т.е. 2 головы/га}$$

Подводя итог сказанному, можно сделать следующий вывод - самым главным и в большинстве случаев самым легким этапом в расчете процессов при обработке продукции растениеводства и животноводства является этап получения математической модели процесса в форме системы «п» уравнений с «п» неизвестными. Очевидность и легкость этого этапа зачастую вызывает у читателя **невнимательность, поспешность** и, как следствие, составление неверной математической модели процесса со всеми вытекающими из этого последствиями. Действительные трудности и большой объем вычислительных операций вызывает решение систем двух, трех и более уравнений с

соответствующим числом неизвестных. На компьютерах можно решать системы из нескольких десятков уравнений с соответствующим числом неизвестных. Для решения таких систем используют либо метод Крамера (с помощью определителей), либо метод Гаусса, заключающийся в последовательном исключении неизвестных. Для решения на ЭВМ систем линейных уравнений пользуются готовыми пакетами прикладных программ. Однако, читатель должен ясно представлять себе **алгоритм** программ, работающих в компьютере. Кроме того, решать систему двух, трех уравнений с соответствующим числом неизвестных на персональном компьютере все равно, что «стрелять из пушки по воробьям». Поэтому мы сочли уместным напомнить читателю некоторые сведения из линейной алгебры по использованию методов Гаусса и Крамера при решении систем линейных уравнений с помощью простых микрокалькуляторов.

### 3. Системы линейных уравнений

#### Определения.

Линейным уравнением называется такое уравнение, в котором все неизвестные имеют первую степень

$$AX + BY + CZ = D; \quad (34)$$

Здесь  $X; Y; Z;$  имеют первую степень. Поэтому данное уравнение называется линейным.

Системой линейных уравнений называется множество линейных уравнений с неизвестными  $X, Y, Z\dots$ , в которых численные значения этих неизвестных, будучи подставленными во все уравнения системы, обращает их в **тождества**. Таким образом, решением системы уравнений являются числовые значения неизвестных, полученные в результате вычислительных операций над системой. В общем случае система может иметь одно решение, может иметь бесконечное множество решений, а может и не иметь ни одного решения. Например, система

$$X + Y + Z = 0 \quad (35)$$

$$2X + 2Y + 2Z = 2 \quad (36)$$

$$3X + 3Y + 3Z = 3 \quad (37)$$

решений не имеет, так как, если бы решение существовало, то  $X+Y+Z$  равнялось бы одновременно и нулю и единице.

Системы, не имеющие решений, называются **несовместными**, а имеющие решения – **совместными**.

Совместная система линейных уравнений называется **определенной**, если она имеет только одно решение, т.е. существует только один набор числовых значений неизвестных, который обращает все уравнения системы в тождества.

Совместная система линейных уравнений называется **неопределенной**, если решений больше, чем одно. Например, система

$$X + Y - Z = 36 \quad (38)$$

$$X - Y + Z = 13 \quad (39)$$

$$-X + Y + Z = 7 \quad (40)$$

имеет несколько решений. Предоставляем читателю возможность самому найти решения этой системы.

Во всех примерах и задачах данного «Учебного пособия» математические модели представлены только **совместными** и **определенными** системами линейных уравнений.

Но и это не все. На решения представленных в «Пособии» примеров накладывается еще одно условие – **неотрицательность результата решений**, т.е. после решения численное значение ни у одного неизвестного не может иметь знак «минус». Если, например, неизвестное  $K$  в примере 5 в результате решения окажется отрицательным, то это означает, что комбикорм в кормосмесь надо не прибавлять, а отнимать его из кормосмеси. Еще больший абсурд получится при решении системы в примере 1 (уравнения 15, 16),

$$1000 - X = Y \quad (15)$$

$$4200 - 20X = 2,5Y \quad (16)$$

если неизвестное, например  $Y$ , окажется со знаком «минус». Напомним -правильное решение:  $X = 97$  кг,  $Y = 903$  кг. Если же  $Y = -903$  кг, тогда из уравнения (15)  $X = 1000 - (-903) = 1903$  кг. Как можно из 1000кг молока получить 1903кг сливок?

К сожалению, иногда встречаются читатели, которые, нисколько не задумываясь над абсурдностью полученных результатов, выдают подобные ответы за истину.

### 3.1. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса - методом последовательного исключения неизвестных.

Рассмотрим применение метода Гаусса для решений системы трех линейных уравнений с тремя неизвестными из примера 2.

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$70X + 13Y + 75Z = 46400 \quad (18)$$

$$0,3X + 0,95Y + 0,25Z = 352 \quad (19)$$

Последовательность процедуры такова:

1. Надо исключить неизвестное  $X$  из уравнения (18). Для этого все члены уравнения (17) необходимо умножить на коэффициент при  $X$  в уравнении (18). Этот коэффициент равен 70. Строго говоря, надо все члены уравнения (17) умножить на отношение коэффициента при  $X$  в уравнении (18) к коэффициенту при  $X$  в уравнении (17), т.е. все члены уравнения (17) надо умножить на дробь 70/1 и переписать систему заново

$$70X + 70Y + 70Z = 70 \times 800 \quad (17.1)$$

$$70X + 13Y + 75Z = 46400 \quad (18)$$

$$0,3X + 0,95Y + 0,25Z = 352 \quad (19)$$

2. Теперь необходимо вычесть почленно уравнение (18) из уравнения (17.1).

Полученное новое уравнение надо записать на место уравнения (18).

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$57Y - 5Z = 9600 \quad (18.1)$$

$$0,3X + 0,95Y + 0,25Z = 352 \quad (19)$$

3. Для исключения  $X$  из уравнения (19) по аналогии с предыдущими действиями все члены уравнения (17) умножить на 0,3; точнее на отношение 0,3/1

$$0,3X + 0,3Y + 0,3Z = 240 \quad (17.2)$$

$$57Y - 5Z = 9600 \quad (18.1)$$

$$0,3X + 0,95Y + 0,25Z = 352 \quad (19)$$

4. Вычесть уравнение (17.2) из уравнения (19) и полученное новое уравнение (19.1) записать на месте уравнения (19).

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$57Y - 5Z = 9600 \quad (18.1)$$

$$0,65Y - 0,05Z = 112 \quad (19.1)$$

5. Теперь, не трогая уравнение (17) надо исключить неизвестное  $Y$  из уравнения (19.1).

Для этого каждый член уравнения (18.1) умножим на дробь 0,65/57. Здесь 0,65 - коэффициент при  $Y$  в уравнении (19.1), а 57 -коэффициент при  $Y$  в уравнении (18.1).  $X + Y + Z = 800$

$$\frac{0,65}{57} * 57Y - \frac{0,65}{57} * 5Z = \frac{0,65}{57} * 9600$$

$$0,65Y - 0,05Z = 112$$

Перепишем систему, произведя сокращения

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$0,65Y - 0,05Z = 109,5 \quad (18.2)$$

$$0,65Y - 0,05Z = 112 \quad (19.1)$$

6. Вычтем уравнение (18.2) из уравнения (19.1) и перепишем систему.

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$0,65Y - 0,057Z = 109,5 \quad (18.2)$$

$$0,007Z = 2,5 \quad (19.2).$$

Полученное уравнение (19.2) - уравнение с одним неизвестным  $Z$ , из которого находим

$$Z = \frac{2,5}{0,007} = 357 \text{ кг}$$

Из уравнения (18.2)  $Y = 200 \text{ кг.}$

Из уравнения (17)  $X = 243 \text{ кг.}$

Метод Гаусса для решения систем линейных уравнений в силу своей простоты и однотипности выполняемых операций очень хорошо подходит для использования на ЭВМ. Существенным недостатком этого метода является невозможность сформулировать **условия совместности и определенности** системы в зависимости от значений коэффициентов и свободных членов. С другой стороны, даже в случае определенной системы, этот метод не позволяет найти общие формулы, выражающие решение системы через ее коэффициенты и свободные члены, которые необходимо иметь при анализе уравнений.

### 3.2. Решение систем линейных уравнений методом Крамера

#### 3.2.1. Элементы теории определителей.

**Определитель второго порядка.** Определители впервые были введены для решения системы уравнений первой степени в 1750 г. Швейцарский математик Г.Крамер дал общие формулы, выражающие неизвестные через определители, составленные из коэффициентов системы. Примерно через сто лет теория определителей, выйдя далеко за пределы алгебры, стала применяться во всех математических науках.

Рассмотрим таблицу вида:

$$\begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{bmatrix} \quad (41)$$

где,  $a_1; b_1; a_2; b_2$  - некоторые числа. Любая такая таблица называется матрицей второго порядка. Числа  $a_1, b_1, a_2, b_2$  называются элементами матрицы.

Число, равное  $a_1 b_2 - a_2 b_1$ , называется **определенителем матрицы** или определителем второго порядка и обозначается  $\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = \Delta$

Итак, по определению определитель матрицы равен

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1 b_2 - a_2 b_1 \quad (42)$$

Рассмотрим систему двух линейных уравнений из примера 1

$$X + Y = 1000$$

$$20X + 2,5Y = 4200$$

$$\text{здесь } \Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 20 & 2,5 \end{vmatrix} = 1 \cdot 2,5 - 1 \cdot 20 = -17,5$$

Если столбец коэффициентов при неизвестном  $X$  в этом определителе матрицы заменить на столбец свободных членов, то получим новый определитель  $\Delta_X$ :

$$\Delta X = \begin{vmatrix} 1000 & 1 \\ 4200 & 2,5 \end{vmatrix} = 1000 \times 2,5 - 4200 \times 1 = -1700$$

Если столбец коэффициентов при неизвестном Y заменить на столбец свободных членов, то получим определитель:

$$\Delta Y = \begin{vmatrix} 1 & 1000 \\ 20 & 4200 \end{vmatrix} = 1 \times 4200 - 20 \times 1000 = -15800$$

Решение системы двух **данных** уравнений по способу Крамера будет иметь вид:

$$X = \frac{\Delta X}{\Delta} = \frac{-1700}{-17,5} = 97$$

$$Y = \frac{\Delta Y}{\Delta} = \frac{-15800}{-17,5} = 903$$

### 3.2.2. Определитель третьего порядка.

Рассмотрим **квадратную** таблицу вида:

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{pmatrix} \quad (43)$$

где  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2, a_3, b_3, c_3$  - некоторые числа. Любая такая таблица называется матрицей третьего порядка.

Определитель матрицы (42), или определитель третьего порядка, обозначается

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \quad (44)$$

Этот определитель выражается через определители второго порядка следующим образом:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 \begin{vmatrix} b_2 & c_2 \\ b_3 & c_3 \end{vmatrix} - b_1 \begin{vmatrix} a_2 & c_2 \\ a_3 & c_3 \end{vmatrix} + c_1 \begin{vmatrix} a_2 & b_2 \\ a_3 & b_3 \end{vmatrix} \quad (45)$$

Раскрывая определители второго порядка по формуле (45) предыдущего пункта, находим, что

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 b_2 c_3 - a_1 b_3 c_2 - a_2 b_1 c_3 + a_3 b_1 c_2 + a_2 b_3 c_1 - a_3 b_2 c_1 \quad (46)$$

Формулу (45) запомнить значительно легче, чем формулу (46), если заметить следующее правило построения слагаемых в правой части равенства (44):

Берем первый элемент первой строки матрицы (43), т.е.  $a_1$  и умножаем его на определитель матрицы второго порядка, получающийся из исходной матрицы (43) после вычеркивания строки и столбца, на пересечении которых стоит взятый нами элемент; затем берем со знаком "минус" второй элемент первой строки, т.е.  $b_1$  и умножаем его на определитель матрицы второго порядка, получающийся после вычеркивания из исходной матрицы (43) уже второго столбца и первой строки (на их пересечении стоит элемент  $b_1$ ); берем третий элемент первой строки, т.е.  $c_1$  и умножаем его на соответствующий ему определитель второго порядка.

Описанное правило и формулу (45) называют разложением определителя третьего порядка по элементам первой строки.

Вычисляем определитель третьего порядка из примера 2.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 70 & 13 & 75 \\ 0,3 & 0,95 & 0,25 \end{vmatrix} = 1 \cdot \begin{vmatrix} 13 & 75 \\ 0,95 & 0,25 \end{vmatrix} - 1 \cdot \begin{vmatrix} 70 & 75 \\ 0,3 & 0,25 \end{vmatrix} + 1 \cdot \begin{vmatrix} 70 & 13 \\ 0,3 & 0,95 \end{vmatrix} =$$

$$= 13 \cdot 0,25 - 0,95 \cdot 75 - 70 \cdot 0,25 + 0,3 \cdot 75 + 70 \cdot 0,95 - 0,3 \cdot 13 =$$

$$= 3,25 - 71,25 - 17,5 + 22,5 + 66,5 - 3,9 = -0,4$$

Если в определителе третьего порядка (на примере 2) первый столбец

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 70 & 13 & 75 \\ 0,3 & 0,95 & 0,25 \end{vmatrix}$$

заменить столбцом свободных членов из системы линейных

уравнений в примере 2, то получим новый определитель  $\Delta X$

$$\Delta X = \begin{vmatrix} 800 & 1 & 1 \\ 46400 & 13 & 75 \\ 352 & 0,95 & 0,25 \end{vmatrix}$$

Его также можно вычислить, разложив по элементам первой строки

$$\Delta X = 800 \times \begin{vmatrix} 13 & 75 \\ 0,95 & 0,25 \end{vmatrix} - 1 \times \begin{vmatrix} 46400 & 75 \\ 352 & 0,25 \end{vmatrix} + 1 \times \begin{vmatrix} 46400 & 13 \\ 352 & 0,95 \end{vmatrix} =$$

$$= 800 \times (13 \times 0,25 - 0,95 \times 75) - 46400 \times 0,25 + 352 \times 75 + 46400 \times 0,95 - 352 \times 13 = -96$$

По аналогии с определителем второго порядка, находим

$$X = \frac{\Delta X}{\Delta} = \frac{-96}{-0,4} = 240$$

Вычисляем определитель  $\Delta Y$

$$\Delta Y = \begin{vmatrix} 1 & 800 & 1 \\ 70 & 4400 & 75 \\ 0,3 & 352 & 0,25 \end{vmatrix} = -80$$

Находим величину  $Y$ .

$$Y = \frac{\Delta Y}{\Delta} = \frac{-80}{-0,4} = 200$$

Вычисляем определитель  $\Delta Z$

$$\Delta Z = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 800 \\ 70 & 13 & 46400 \\ 0,3 & 0,95 & 352 \end{vmatrix} = -144$$

В теории определителей доказывается теорема:

**Система « $n$ » линейных уравнений имеет единственное решение тогда и только тогда, когда определитель матрицы системы отличен от нуля.**

Эта теорема позволяет любую систему из « $n$ » линейных уравнений с « $n$ » неизвестными проверить на наличие или отсутствие единственного решения еще до начала процедуры решения, т.е. до вычисления определителей  $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ .

Если определитель матрицы равен нулю, то система уравнений либо вовсе не имеет решений (она несовместна), либо имеет бесконечное множество решений.

Для решения систем линейных уравнений на ЭВМ имеются готовые пакеты прикладных программ, использующие алгоритмы Гаусса и Крамера.

### **1. 9 Лекция № 13,14 (4 часа).**

#### **Тема: «Механизация удаления навоза из помещений и выгульных дворов»**

##### **1.9.1 Вопросы лекции:**

1. Физические свойства и химический состав навоза.
  2. Механизация удаления навоза из помещений.
  3. Обеззараживание и хранение навоза.
  4. Компостирование навоза и машины для его вывозки на поля
- .....

##### **1.9.2 Краткое содержание вопросов:**

###### **1. Физические свойства и химический состав навоза.**

###### *Общие сведения о навозе*

Ежегодно на животноводческих фермах и комплексах страны скапливается громадное количество навоза (до 1 млрд. т). Своевременное его удаление и использование не только повышает санитарно – технические условия содержания животных, и качество производимых продуктов, но и позволяет обеспечить полеводство высококачественными органическими удобрениями, а также снижает опасность загрязнения окружающей среды.

Все работы по механизации удаления и использования навоза можно разделить на три вида:

- удаление навоза из животноводческих помещений и транспортировка его в хранилища;
- складирование, обеззараживание и хранение навоза;
- использование навоза.

Эти вопросы взаимосвязаны, поэтому, решая один из них, необходимо в такой же степени решать и другие.

Изучение передового опыта проектирования и эксплуатации животноводческих ферм и комплексов показало, что в зависимости от консистенции навоза, технологии его использования, способа содержания животных меняются и технические средства для очистки помещений и площадок, конструкция и размеры навозохранилищ, способы обезвоживания навоза.

###### *Физико-механические свойства навоза*

Навоз представляет собой сложную полидисперсную многофазную среду, включающую в себя твердые, жидкие и газообразные вещества. Основную часть навоза составляет влага.

Твердый навоз имеет влажность до 81 %, полужидкий (пастообразный) - 82 ... 88 %, жидкий (бесподстилочный) навоз - 88 ... 93 % на фермах крупного рогатого скота и до 97 % на свинооткормочных фермах. Состояние навоза на фермах крупного рогатого скота зависит от способа содержания животных, наличия подстилки, способа удаления навоза и некоторых других факторов.

На свиноводческих фермах получают, как правило, жидкий навоз.

Бесподстилочный навоз почти однороден по фракционному составу. Средневзвешенная длина частиц составляет 2,6 мм, а частиц длиной выше 10 мм содержится не более 1 %. При использовании на фермах крупного рогатого скота в качестве подстилочного материала опилок средневзвешенная их длина составляет 7,9 мм, длина наибольших включений не превышает 42 мм. Средневзвешенная длина включений влияет на эксплуатационную надежность навозоуборочных машин.

Большинство показателей, характеризующих физико-механические свойства

навоза, зависят от влажности навоза, которая, в свою очередь, зависит от первоначальной, влажности экскрементов, вида и количества применяемой подстилки, от ее первоначальной влажности, принятой системы уборки навоза и других факторов.

Плотность навоза зависит от размера его частиц и соотношения различных фракций, влажности, вида, количества и качества подстилочного материала» от степени разложения навоза и многих других факторов. Объемная масса навоза колеблется в довольно широких пределах; 400 ... 1010 кг/м<sup>3</sup>. При беспривязной системе содержания скота на глубокой несменяемой подстилке объемная масса ненарушенного навоза находится в пределах 880 ... 980 кг/м<sup>3</sup>.

При эксплуатации машин и механизмов для удаления навоза большое значение имеют коэффициенты трения скольжения, покоя, а также липкость навоза. Способность навоза к налипанию на рабочие органы машин обусловлена его видом и состоянием поверхности. Разрабатывая технологическую схему удаления навоза, нужно иметь представление об этих показателях.

Навоз КРС состоит из органических веществ 20,3%, азота 0,46, фосфора 0,23, калия 0,50 и извести 0,40 %. В зависимости от условий содержания скота количество органических и минеральных веществ в свежем навозе изменяется в 2...4 раза. Общее количество этих веществ в жидким навозе практически постоянно.

При продолжительном хранении жидкого навоза часть органических и минеральных веществ теряется. Потери в значительной мере зависят от способа хранения. Так, из жижи, хранящейся в жижесборниках в течение первого месяца, теряется до 6 %, а за год 10 ... 15 % азота. Периодическое перемешивание навоза при длительном хранении увеличивает потери азота до 20 ... 25 %.

## **2. Механизация удаления навоза из помещений**

В зависимости от конкретных условий применяют следующие технологии удаления и уборки навоза.

технология сбора, удаления, хранения и внесения в почву твердого подстилочного навоза.

технология сбора и удаления жидкого бесподстилочного навоза с приготовлением, хранением и внесением в почву твердого компоста, полученного с использованием торфа, резанной соломы, опилок, других компостирующих материалов и минеральных удобрений.

технология сбора и удаления жидкого бесподстилочного навоза с хранением и внесением его в почву в жидким виде.

технология сбора и удаления жидкого бесподстилочного навоза с разделением его на твердую и жидкую фракции, с последующим хранением и внесением каждой фракции раздельно.

Первая схема применяется преимущественно при привязном содержании КРС, при беспривязном содержании на глубокой несменяемой подстилке, а также в птичниках с напольным содержанием птицы.

Вторая схема применяется на крупных фермах и комплексах, преимущественно с беспривязным боксовым содержанием КРС и при достаточной обеспеченности компостируемыми материалами.

Третья схема применяется на крупных специализированных фермах и небольших комплексах при условии, что весь выход жидкого навоза может быть использован в качестве удобрения внутри хозяйства без накопления его излишков.

Четвертая схема с разделением жидкого навоза на фракции является наиболее типичной для крупных животноводческих комплексов, оборудованных специальными системами очистных сооружений. После разделения навоза твердая фракция используется как обычный твердый навоз на удобрения, а жидкую фракцию подвергается сложной обработке с целью ее обеззараживания, дезодорации и осветления.

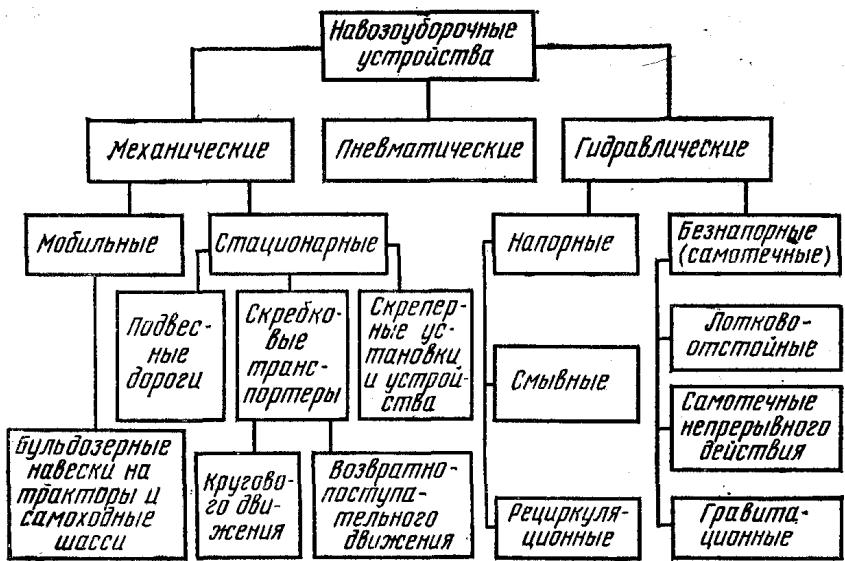


Рис. 2. Классификация устройств для удаления навоза из помещений

Механизация удаления навоза из животноводческих помещений может быть осуществлена механическим, гидравлическим и пневматическим способами.

Мобильные агрегаты удаляют из коровника 1 т навоза за 10 ... 25 мин, при этом затраты ручного труда составляют 0,5...1,2 мин в расчете на корову в сутки. На затраты рабочего времени влияют высота стенки навозной канавки-прохода, количество и качество подстилки, навыки рабочего, организация труда и др.

Один из недостатков работы мобильных средств механизации - большее загрязнение навозного прохода, чем при работе стационарных установок. Загрязнение можно значительно снизить за счет достаточного количества хорошей подстилки и высокой культуры труда. Чтобы холодный воздух не проникал в коровник при удалении навоза зимой, необходимо создавать воздушные тепловые завесы.

Загрязнение воздуха коровника выхлопными газами трактора наблюдается при запуске или работе трактора с не отрегулированным двигателем и при плохой вентиляции. Поэтому надо ставить соответствующие нейтрал-изаторы. К шуму трактора боровы быстро привыкают, и он их мало беспокоит.

Стационарные установки включают в себя скребковые транспортеры кругового и возвратно-поступательного движения, а также канатно-скреперные установки и подвесные дороги.

Скребковый транспортер типа ТСН состоит из горизонтального и наклонного транспортеров, имеющих индивидуальные приводы и работающих независимо друг от друга.

Горизонтальный транспортер, устанавливаемый в навозном канале животноводческого помещения, включает в себя шарнирную разборную цепь с прикрепленными к ней скребками, поворотные звездочки и натяжное устройство. Цепь приводится в движение от электродвигателя мощностью 4 кВт через клиноременную передачу и редуктор.

Наклонный транспортер имеет два канала, в которых движется замкнутая цепь со скребками. Он грузит навоз в транспортные средства и обычно устанавливается в торце животноводческого помещения, в тамбуре. Под верхним концом транспортера располагают тракторную тележку.

При работе транспортера ТСН навоз, сброшенный в канал, передвигается в нижний поворотный сектор наклонного транспортера и подается им в тракторную прицепную тележку.

Нельзя сбрасывать навоз на неподвижную ветвь транспортера, так как в этом случае при пуске транспортера резко перегружаются цепь и механизмы привода. Кроме того, могут подниматься скребки транспортера, что значительно снижает его производительность и ухудшает качество работы.

Особое внимание уделяют обслуживанию наклонного транспортера, находящегося за пределами животноводческого помещения и работающего в более тяжелых условиях, особенно при низких температурах. Сначала включают наклонный транспортер, затем горизонтальный. Выключают транспортеры в обратном порядке.

Штанговые скребковые транспортеры возвратно-поступательного движения используют для удаления навоза из коровников, свинарников, птичников. Часто аналогичные транспортеры применяют для раздачи кормов. Эти транспортеры менее металлоемки и более надежны по сравнению с транспортерами кругового движения. Благодаря возвратно-поступательному движению скребков транспортируемый материал подается к месту назначения с минимальным перемещением. В результате значительно уменьшаются нагрузки на рабочие органы транспортера и сокращается продолжительность его работы.

Скреперные установки, движущиеся также возвратно-поступательно, применяют для удаления навоза из помещений, транспортировки его к навозоприемникам (на свиноводческих фермах) и одновременной погрузки в транспортные средства (на фермах КРС). Такие установки просты в изготовлении, надежны в работе, легко приспосабливаются к неровностям дна канала, менее металло- и энергоемки. Недостатки установок - недолговечность и трудность соединения троса при разрыве, сложность монтажа наклонной части навозных каналов.

Установка состоит из скреперов, троса, приводного и натяжного устройства. Скреперы устанавливают в навозные каналы (ширина 40...70 см и глубина до 50 см) на направляющие из уголковой стали, проложенные по дну канала.

Приводное устройство состоит из электродвигателя, редуктора и тросовой лебедки. В навозных каналах протягивают трос диаметром 10...15 мм, к которому крепят скреперы. Для уборки навоза применяют скреперы различных конструкций. Наиболее распространены скреперы типа «стрела» (в установках УС) и типа «каретка» (в установках ТС-1 и УВН-800).

Скреперные установки используют при уборке навоза из помещений для беспривязного боксового содержания крупного рогатого скота (УС-10, УС-12 и УС-250) и при уборке бесподстильного навоза из-под щелевых полов в свинарниках (УС-12 и УСП-12).

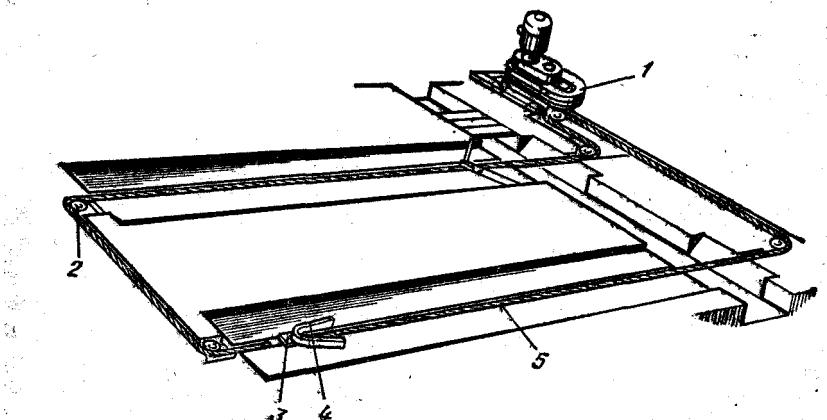


Рис. 3. Схема скреперной установки

1 – электродвигатель, 2 – поворотные звездочки, 3 – крепление скрепера, 4 – скрепер, 5 – тросовая лебедка

Гидравлические установки по принципу действия делятся на напорные и самотечные.

Напорная транспортировка навоза осуществляется за счет потока смывающей жидкости (воды, мочи, навозной жижи), подаваемой насосом в канал. Самотечная транспортировка навоза возможна при определенном уклоне дна канала или поверхности транспортируемой массы и осуществляется по каналам или трубам без механизмов или транспортеров. Навоз из животноводческих помещений можно удалять самотечным и напорным транспортированием одновременно.

Среди гидравлических систем удаления жидкого навоза из помещений наиболее распространены смывная, рециркуляционная, лотково-отстойная, комбинированная, самотечная и гравитационная. Все эти системы, за исключением смывной и рециркуляционной, основаны на применении заглубленных лотков, перекрытых сверху решетчатым полом.

Смывная система основана на прямом смыве навоза струей воды, создаваемой напором водопроводной сети или подкачивающим насосом. Смесь воды, навоза и навозной жижи стекает в коллектор и для повторного смыва уже не используется. Недостаток этого способа - очень большой расход воды.

Рециркуляционная система состоит из самотечного трубопровода диаметром 0,3...0,4 м, проложенного с уклоном 0,006...0,01 м, и оборудованного сбросными колодцами напорного трубопровода и насосной станции с приемным навозосборником. Навоз сбрасывают через колодцы на поток навозной жижи, которая подается в самотечный трубопровод насосом через напорный трубопровод. По самотечному трубопроводу смесь жижи и навоза попадает в навозосборник вместимостью 8...10 м<sup>3</sup>.

Чтобы сократить затраты ручного труда, при применении этого способа вместо самотечных трубопроводов в коровниках и свинарниках устанавливают продольные лотки V-образного поперечного сечения, перекрытые решетчатыми полами. К началу лотков подводят напорный трубопровод, по которому 1...2 раза в сутки жижей смывают навозную массу.

Эта система работает удовлетворительно и наиболее экономична, однако она имеет некоторые недостатки. Во время промывки навозоприемных лотков повышается загазованность воздуха помещения. Кроме того, в случае возникновения инфекции в одном из помещений ряда не исключено заражение животных, содержащихся в других помещениях.

Лотково-отстойная (шлюзовая) система отличается от других наличием шиберов, установленных в местах примыкания продольных лотков к поперечному коллектору и предназначенных для накопления и периодического удаления навозной массы в приемный навозосборник. Кроме того, перед каждым циклом в лоток заливают воду из расчета 10...15 л на одно животное, чтобы избежать прилипания навоза к стенкам и сохранить аммиачный азот. Навоз через щелевой пол попадает в лоток, заполненный водой.

Заслонку-шибер поднимают раз в 3...4 дня. Накопившаяся смесь поступает в поперечный канал и по системе труб вытекает в навозосборник. После этого заслонку закрывают, решетки пола чистят и промывают водой. Очень важно, чтобы шибер плотно закрывал лоток, в противном случае воды в лотке не будет, навоз осядет на дно и прилипнет к стенкам, что затруднит его удаление. Шибер изготавливают из металлического 5-миллиметрового листа, который вставляют в деревянную рамку, покрытую резиной.

Для хорошего отекания навозной массы большое значение имеют конструкция, точность и качество изготовления профиля лотка.

Основной недостаток лотково-отстойной системы навозоудаления - сильное выделение сероводорода при спуске навоза. Поэтому применение такой системы, несмотря на то, что технически она работает удовлетворительно, ограничено.

В комбинированной (рециркуляционно-шлюзовой) системе при опорожнении лотков осуществляется смыв навоза жижей.

Самотечная (самосливная) система основана на использовании вязкопластических свойств жидкого навоза. Толщина слоя навоза по длине канала увеличивается в сторону, противоположную его движению. Подпор, создаваемый разностью толщины слоя, является движущей силой, которая перемещает навоз по каналу.

Навоз при движении в канале перемешивается незначительно, из него испаряется мало влаги и вредных газов и через 6...10 суток начинается брожение с интенсивным выделением аммиака, метана и др. Поэтому необходимо выбирать такие параметры самотечной линии, чтобы навоз в помещении задерживался не более указанного срока.

Введенная в эксплуатацию самотечная система навозоудаления работает в течение всего цикла производства. Такая система является дальнейшим развитием отстойно-лотковой системы, но с той лишь разницей, что в ней навоз удаляется непрерывно по мере его поступления. По сравнению с рециркуляционной и рециркуляционно-шлюзовой системами навозоудаления она более полно удовлетворяет ветеринарно-санитарным требованиям, а по сравнению с отстойно-лотковой и смывной системами требует значительно меньшего расхода воды.

Гравитационная система в основном аналогична самосливной, однако имеет и свои особенности. Навозный канал в этом случае имеет сечение 150x180 см и может быть практически любой длины (до 80...100 м). Дно канала чистое и абсолютно горизонтальное. Перед выходом в поперечный канал коровника дно каждого продольного навозного канала перекрывается переливным порожком высотой 50 см.

Навоз через щели пола попадает на «водянную подушку» и растворяется в воде, превращаясь в однообразную подвижную массу. При постоянном пополнении канала разжиженная навозная масса вытесняется из объема, заполненного водой, переливается через поперечный канал и далее поступает в малогабаритный навозосборник, откуда ковшовыми погрузчиками подается в транспортные средства и затем складируется в навозохранилищах. Для сбора и транспортировки навоза можно использовать различные установки.

Основное условие эффективной работы гравитационного способа - абсолютная водонепроницаемость дна и стенок канала.

Все самосливные способы удаления навоза из помещений особенно эффективны при привязном и боксовом способах содержания животных без подстилки, на теплых керамзитобетонных полах или с применением резиновых ковриков.

Щелевые (решетчатые) полы начали применять на животноводческих фермах мира свыше 100 лет назад (1876 год), но наибольшее распространение они получили только в последние годы.

Щелевые полы применяют в коровниках; помещениях для откорма КРС, свинарниках, навозных проходах и проходах для перегона и выгона скота, преддоильных залах, помещениях для зооветеринарной обработки животных и др.

Такие полы устраивают в том случае, когда животных содержат без подстилки или же на подстилку используют такой мелкий материал, как опилки, резаную солому, торф в небольших количествах. Преимущества решетчатых полов очевидны; животные сами копытами продавливают навоз через щели пола в навозный канал, при этом резко сокращаются затраты труда на чистку стойл.

Постройки со щелевыми полами обходятся несколько дороже, чем обычные помещения, из-за необходимости теплоизоляции и устройства каналов (лотков) для навоза под щелевыми решетками пола. Однако экономия подстилки, резкое сокращение трудовых затрат при выполнении повседневных операций по распределению подстилки и чистке стойл, перекрывают затраты на сооружение щелевых полов.

При содержании КРС на привязи навоз из стойл убирают 2-3 раза в сутки за пределы коровника. При привязном содержании на глубокой подстилке навоз убирается 2-3 раза в год, а на выгульных площадках – ежедневно или через несколько дней в зависимости от времени года. При беспривязном боксовом содержании коров навоз из

помещений, выгульно-кормовых и преддоильных площадках убирают один раз в 2-3 дня.

Очистку помещений проводят всегда в одно и тоже время, определенное распорядком дня фермы.

#### *Транспортировка навоза из животноводческих помещений в навозохранилища.*

Для доставки навоза из животноводческих помещений в навозохранилища применяют тракторные тележки, скреперные и пневматические установки, насосные станции, ковшовые транспортеры и самосплавные системы.

Тракторную тележку устанавливают в навозном тамбуре (навоз в тележку подают по наклонной ветви скребкового транспортера или скреперной установкой) и по мере наполнения отвозят к навозохранилищу, где и разгружают.

### **3. Обеззараживание и хранение навоза**

В технологическом процессе удаления и использования навоза особое место занимает его обеззараживание и хранение. При этом в первую очередь необходимо учитывать ветеринарные и медико-санитарные правила, так как патогенные микроорганизмы, яйца и личинки гельминтов сохраняют свою жизнедеятельность в необработанном навозе в течение года.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды возбудителями инфекционных и инвазионных болезней система обработки навоза на животноводческих фермах и комплексах должна обеспечивать карантинирование (выдерживание навоза в течение определенного времени с целью выявления инфекции), а в случае необходимости - дезинфекцию и дегельминтизацию навоза.

Для обеззараживания и утилизации навоза на животноводческих фермах и комплексах разработано довольно большое число технологических схем, многие из которых применяются пока лишь в опытных хозяйствах.

Наиболее широкое распространение на животноводческих фермах и комплексах получили следующие технологические схемы:

- компостирование твердого и полужидкого навоза;
- гомогенизация полужидкого и жидкого навоза;

-разделение жидкого навоза на фракции в отстойниках-накопителях (при этом применяется полная или частичная биологическая обработка жидкой фракции) или механическими средствами.

Это связано с тем, что навоз имеет следующие патогенные свойства:

1. Внесенный на поля навоз, содержащий патогенные микроорганизмы, летом высыхает и, превращаясь в пыль, инфицирует обширную территорию и расположенные на ней водоемы. Навоз защищает микроорганизмы от инсоляции, действия дезинфицирующих веществ и т.д. В высшенном или замороженном навозе возбудители консервируются и сохраняются в течение длительного времени.

2. При обработке лугов и пастбищ жидким необеззараженным навозом происходит загрязнение растений различными микроорганизмами. Пробы травы, взятые через 3 недели после орошения, в 84% случаев содержали сальмонеллы, а в сене с заливных лугов сальмонеллы были обнаружены через 8 месяцев, а по некоторым данным, даже через 11 месяцев.

3. Даже в благополучных хозяйствах, среди животных имеет место сальмонеллоносительство. Поэтому животноводческие стоки могут явиться одним из факторов распространения инфекционных заболеваний.

При использовании всех схем навоз сначала проходит карантинирование, затем его обеззараживают, после чего проводят обработку (выделяют примеси, перемешивают навоз, разделяют его на фракции и др.).

Карантинирование твердого и полужидкого навоза при компостировании проводят в секциях карантинных емкостей, которые имеют бетонированные дно и стенки,

исключающие фильтрацию жидкой фракции навоза через почву. Секций должно быть не менее двух, их размещают рядом с компостными площадками. Навоз в секциях выдерживают в течение шести суток, при обнаружении инфекции механическими средствами вносят химические реагенты и перемешивают их с навозом.

Карантинирование гомогенизированного полужидкого и жидкого навоза проводят в хранилищах-гомогенизаторах секционного типа, оборудованных устройствами для периодического смешивания выдерживаемого навоза, чтобы исключить расслоение его на фракции. Эти же устройства обеспечивают качественное смешивание инфицированного навоза с химическими реагентами при обеззараживании.

Карантинирование жидкого навоза при разделении механическими средствами проводят отдельно для твердой и жидкой фракций. Жидкую фракцию выдерживают в секционных накопителях в течение шести суток, обеззараживают химическими реагентами, после чего секции разгружают. Так же карантинируют и твердую фракцию.

Карантинирование жидкого навоза комплексов по выращиванию и откорму 54 и 108 тыс. свиней в год при комбинированной его обработке проводят в сооружениях по обработке жидкого навоза, если период обработки составляет не менее шести суток. При меньшем времени обработки устанавливают дополнительные секционные емкости, рассчитанные на шестидневное карантинирование.

Обеззараживание навоза проводят

- биотермическим
- химическим
- термическим
- физическим способами.

Биотермическое обеззараживание инфицированного навоза или его твердой фракции при компостировании проводят, при хранении на площадках с твердым покрытием. При этом в штабелях навоза или компоста под влиянием жизнедеятельности термогенных микроорганизмов возникает высокая температура, губительно действующая на возбудителей инфекционных и инвазионных болезней животных. Для размножения термогенных микроорганизмов необходима определенная влажность навоза или компоста (не выше 70 %) и поступление воздуха, что достигается благодаря рыхлой укладке штабеля. Уложенный в штабеля компост выдерживают не менее одного месяца в теплый период и не менее двух месяцев - в холодный. Началом срока обеззараживания считают день подъема температуры в штабеле не менее чем до 60 °C.

Химическое обеззараживание жидкого навоза проводят в карантинных емкостях, оборудованных перемешивающими устройствами. Для обеззараживания применяют формалин, формальдегид и другие вещества. Расход химических реагентов и длительность обработки зависит от вида инфекции.

Термическое обеззараживание навоза включает в себя следующие способы: двухстадийное упаривание с предварительным разделением навоза на фракции, вакуумную сушку в реакторно-смесительных аппаратах, термобеззараживание в реакторах при давлении 1,2 МПа и температуре 180 °C, многостадийную дистилляцию после обработки в реакторах с абсорбцией парогазовой смеси и сушкой твердой фракции в барабанных или трубчатых сушилках.

Физические способы обеззараживания навоза (обработка УФ-облучение) находятся в стадии эксперимента и на практике пока не применяются.

Современные способы обработки навоза отличаются тем, что в технологические схемы включаются операции, цель которых получить из навоза высококачественное удобрение и чистую воду. Вот, например, один из таких способов. Навоз сначала разделяют на твердую и жидкую фракции при помощи механических средств (центрифуг, виброгрохотов или прессов). Затем твердую фракцию высушивают и она поступает в компост, а жидкую обрабатывают по одной из следующих схем; первая - жидкую фракцию поступает на электроагуляцию, озонирование, биологическую доочистку и

используется для орошения; вторая - жидкую фракцию поступает на биологическую доочистку и сбрасывается в канализационную сеть.

В процессе ферментации исходный навоз в установке разделяется на три фазы: газообразную, жидкую и твердую.

Газообразная фаза - биогаз, содержащий 60...70 % метана, окись углерода и 2...5 % других газов. Биогаз имеет теплотворную способность 21...25 тыс. кДж и может быть использован как топливо: 1 м<sup>3</sup> биогаза эквивалентен 0,6 ... 0,8 кг условного топлива.

Жидкая фаза (стоки, получаемые после разделения отферментированного навоза) представляет собой обеззараженную жидкость с содержанием сухого вещества 2 ... 2,5 %. Стоки содержат азот, окиси фосфора и калия, что позволяет использовать их в качестве жидких удобрений.

Твердая фаза — навоз без запаха, влажностью 65...70 %, представляющий собой высококонцентрированное обеззараженное органическое удобрение.

Процесс анаэробной ферментации, проходящий в основном аппарате установки - ферментаторе, представляет собой сложную цепь биохимических реакций расхода органических веществ под действием анаэробных микроорганизмов (метаногенных бактерий). Процесс протекает непрерывно по следующей схеме. Навоз и жижа при помощи скребков и воды направляются в сборник, откуда насосом подаются в подогреватель с мешалкой. Здесь сырье подогревается до температуры ферментации и насосом подается в ферментатор, а затем переливается в отстойник. Затем масса самотеком попадает в центрифугу, где разделяется на твердый осадок и жидкые стоки. Выделяющийся в ферментаторе биогаз поступает в накопитель-газгольдер, а затем в котел для получения пара. Пар используется для приготовления кормов, обогрева помещений свинофермы, а также в подогревателе и ферментаторе установки.

В механизированных навозохранилищах, которые размещают на открытых площадках или под навесами, происходит естественное обеззараживание твердого навоза. Наличие навозохранилища - одно из важнейших условий правильного хранения и использования навоза.

В соответствии со способом содержания скота и технологией удаления навоза из помещений, навозохранилища подразделяют на наземные и заглубленные (котлованные). Дно и стены навозохранилищ, как правило, выполняют бетонными или облицовывают панелями. Дно и стены котлованного навозохранилища иногда покрывают слоем утрамбованной глины на щебеночном основании толщиной 20 см. Навозохранилище оборудуют жижесборником.

Навозохранилище состоит из нескольких секций, каждая из которых рассчитана на 1...3 (в южных зонах) и на 2...6 (в средней полосе страны) месяцев хранения, в течение которых проходит самообеззараживание навоза. Навозохранилища оборудуют жижесборниками, а также средствами механизированной выгрузки (кранбалками и мостовыми кранами с грейферными погрузчиками, скреперными установками и другими механизмами). Для удобства вывозки навоза из котлованного навозохранилища устраивают пандусы для въезда и выезда транспорта.

Навозохранилища и очистные сооружения фермы ограждают и обеспечивают подъездными путями с твердым (бетонным или асфальтобетонным) покрытием. Ширину подъездных принимают не менее 3,5 м. По периметру очистных сооружений высаживают высокорастущие деревья на полосе шириной не менее 10 м, а всю территорию комплекса или фермы, включая очистные сооружения, подъездные и переходные пути, озеленяют.

В районах с холодной продолжительной зимой рекомендуется устраивать закрытые навозохранилища, которые сооружают в виде пристроек к животноводческим помещениям, в виде отдельных построек или траншей под полом помещения.

Подпольные навозохранилища все шире применяются на фермах и комплексах. Промышленность наладила выпуск установок УВН-800 для выгрузки навоза из таких хранилищ длиной до 110 м и погрузки его в транспортные средства. УВН-800 состоит из

насоса НЖН-200 и стационарной скреперной установки. Насос выкачивает из навозохранилища и подает в транспортные средства навоз влажностью 87 ... 98 %, а скреперная установка выгружает оставшийся навоз влажностью менее 87 % и грузит его в транспортные средства.

Отстойники-накопители горизонтального и вертикального типов также находят широкое применение. В них навоз разделяется на твердую и жидкую фракции.

В отстойниках навоз расслаивается на твердую и жидкую фракции. Твердая фракция выпадает в осадок, жидкая через систему труб подается на станцию перекачки, а оттуда распределяется по полам. Когда слой осадка в отстойнике достигает 1,5 ... 1,8 м, закрывают задвижку на впускных трубах, а оставшуюся жидкую фракцию в верхнем слое сбрасывают через шандорный водосброс. В отстойнике остается навоз (осадок) и незначительное количество жидкости.. Для подсушивания осадка открывают задвижки на дренажной системе. Обезвоживание длится 35 ... 45 дней.

Подсущенный осадок, влажность которого равна 75 ... 78 %, подают погрузчиком в автомобили и вывозят на поля.

Жидкая фракция навоза со станции перекачки поступает на земледельческие поля орошения и распределяется по поливным бороздам через выводные борозды или по полиэтиленовым трубам. На полях орошения выращивают однолетние и многолетние травы, силосные культуры, картофель, подсолнечник.

Схема-разделения навоза на твердую и жидкую фракции (обезвоживание) все шире внедряется в производство. Разделение осуществляется на прессах, центрифугах, виброгрохотах. Применение обезвоживающих установок позволяет сократить объем навозохранилищ в 30 ... 40 раз за счет уменьшения объема твердой фракции и времени ее хранения.

В некоторых хозяйствах после добавки в сухой навоз минеральных удобрений смесь прессуют под давлением 10 ... 12 МПа. В таком состоянии навоз можно хранить длительное время.

#### **4. Компостирование навоза и машины для его вывозки на поля**

Важнейшая проблема современного сельского хозяйства — сохранение плодородия почвы. Главным фактором, определяющим весь характер почвы, все ее свойства, является гумус.

Гумус (перегной) — сложное сочетание особых, присущих только почве органических веществ, синтезируемых почвенными микроорганизмами в процессе разложения мертвых растительных и животных остатков. Между тем, по свидетельству почвоведов, на пахотных землях страны наблюдается неуклонное снижение содержания гумуса в почве. Так, служба экологического контроля из космоса зафиксировала, что в нашей стране повсеместно в степной и лесостепной зонах на полях за земледельческий период утрачено около 25 % гумуса. А если в почве мало гумуса, то большая часть удобрений не удерживается почвой, проваливается до грунтовых вод и смывается, загрязняя водоемы.

Чтобы поднять плодородие почвы, необходимо обогатить ее навозом — органическим веществом, которое является наилучшей средой для создания гумуса. По подсчетам ученых, с целью поддержания плодородия почвы следует ежегодно вносить в среднем 8 ... 10 т органических удобрений на 1 га пашни. Основная часть этих органических удобрений (компостов) — навоз, вторая составляющая — подстилка (солома, опилки, торф). Очень значительную часть составляют птичий помет, городские компости, стоки. Отсюда видно, какую важную роль в сохранении и повышении плодородия почвы играют животноводческие (птицеводческие) фермы и комплексы.

В зависимости от вида получаемого навоза, его количества, природно-климатических условий и других факторов в хозяйствах страны применяют различные

сочетания двух способов приготовления компостов: централизованного, на фермах и комплексах, и локального, по краям полей севооборотов. В первом случае сооружают механизированные площадки с твердым покрытием для приготовления компостов или специальные цехи компостирования, во втором случае — небольшие площадки.

При использовании площадок организуют механизированные отряды, состоящие из нескольких звеньев по приготовлению компостов, по транспортировке и внесению на поля твердых органических и органоминеральных удобрений, по внесению жидкых удобрений. Такие отряды, как правило, действуют на протяжении всего года. Звенья отряда имеют в своем распоряжении комплекс соответствующих машин (гусеничные и колесные тракторы, бульдозеры, автомобили, фронтальные и грейферные погрузчики, тракторные тележки, разбрасыватели органических и минеральных удобрений).

Для вывозки твердого навоза на поля в качестве органического удобрения применяют различные тракторные прицепы и полуприцепы типа ПТС (одноосные и двухосные полунавесные, двухосные и трехосные прицепные) и разбрасыватели органических удобрений.

## **1. 10 Лекция № 15 (2 часа).**

**Тема: «Основные положения технологии обработки почвы. Система почвообрабатывающих машин»**

### **1.10.1 Вопросы лекции:**

1. Машины для основной и дополнительной обработки почвы, цель, задачи, агротребования, виды обработки почвы.
2. Классификация машин и агрегатов для обработки почвы, технико-экономические показатели работы почвообрабатывающих агрегатов.
3. Совершенствование почвообрабатывающих машин.

### **1.10.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Машины для основной и дополнительной обработки почвы, цель, задачи, агротребования, виды обработки почвы.**

**Технологические операции.** Рабочий орган может выполнять одну или несколько технологических операций: резание почвы, отделение пласта, оборот пласта, рыхление, уплотнение, перемещение, перемешивание и подрезание сорняков.

*Резание почвы* ножами происходит в вертикальной (рис. 1.1, а) и горизонтальной (рис. 1.1, б) плоскостях. При вертикальном резании нет стружки, а при горизонтальном образуется и отделяется стружка.

*Отделение пласта* от почвенного массива происходит после его вырезания (отрезания) в горизонтальной, наклонной или вертикальной плоскости. Пласт (рис. 1.1, в) в поперечном сечении имеет форму прямоугольника, треугольника или другой геометрической фигуры.

*Оборот* – это вращение почвенного пласта в поперечной плоскости и изменение взаимного расположения по вертикали верхних и нижних слоев почвы. При этом поживные остатки заделываются в нижние слои почвы. Оборот пласта может быть полным, т.е. на угол ( $\beta = 180^\circ$  (рис. 1.1, г), и частичным –  $90^\circ < \beta < 180^\circ$ . Оборот пласта на угол до  $135^\circ$  называют *взметом* (рис. 1.1, д). Оборот пласта, у которого предварительно срезают часть задернелого слоя и сбрасывают на дно борозды, называют *культурной вспашкой* (рис. 1.1, ё).

*Рыхление* (рис. 1.1, ж) – это изменение размеров почвенных комков и расстояния между ними, в результате чего улучшаются водо- и воздухопроницаемость почвы, а также

ее биологическая активность. Степень рыхления оценивают по отношению толщины  $a_2$  взрыхленного слоя к его первоначальной толщине  $a_1$ . При рыхлении  $a_2/a_1 > 1$ .

**Уплотнение** (рис. 1.1, з) представляет собой процесс, обратный рыхлению. При уплотнении  $a_2/a_1 < 1$ . В процессе уплотнения увеличивается капиллярность почвы и уменьшается ее общая скважность.

**Перемешивание** предусматривает изменение взаимного расположения частиц почвы, поживных остатков, удобрений и микроэлементов (рис. 1.1, и). Почва становится более однородной по плодородию.

**Перемещение** почвы происходит в горизонтальной и вертикальной плоскостях при нарезке борозд, формировании гряд, гребней, пал, валиков, окучивании и выравнивании поверхности пашни (рис. 1.1, к, л).

**Подрезание сорняков** (рис. 1.1, м) – это уничтожение их путем перерезания или разрыва корней и стеблей.

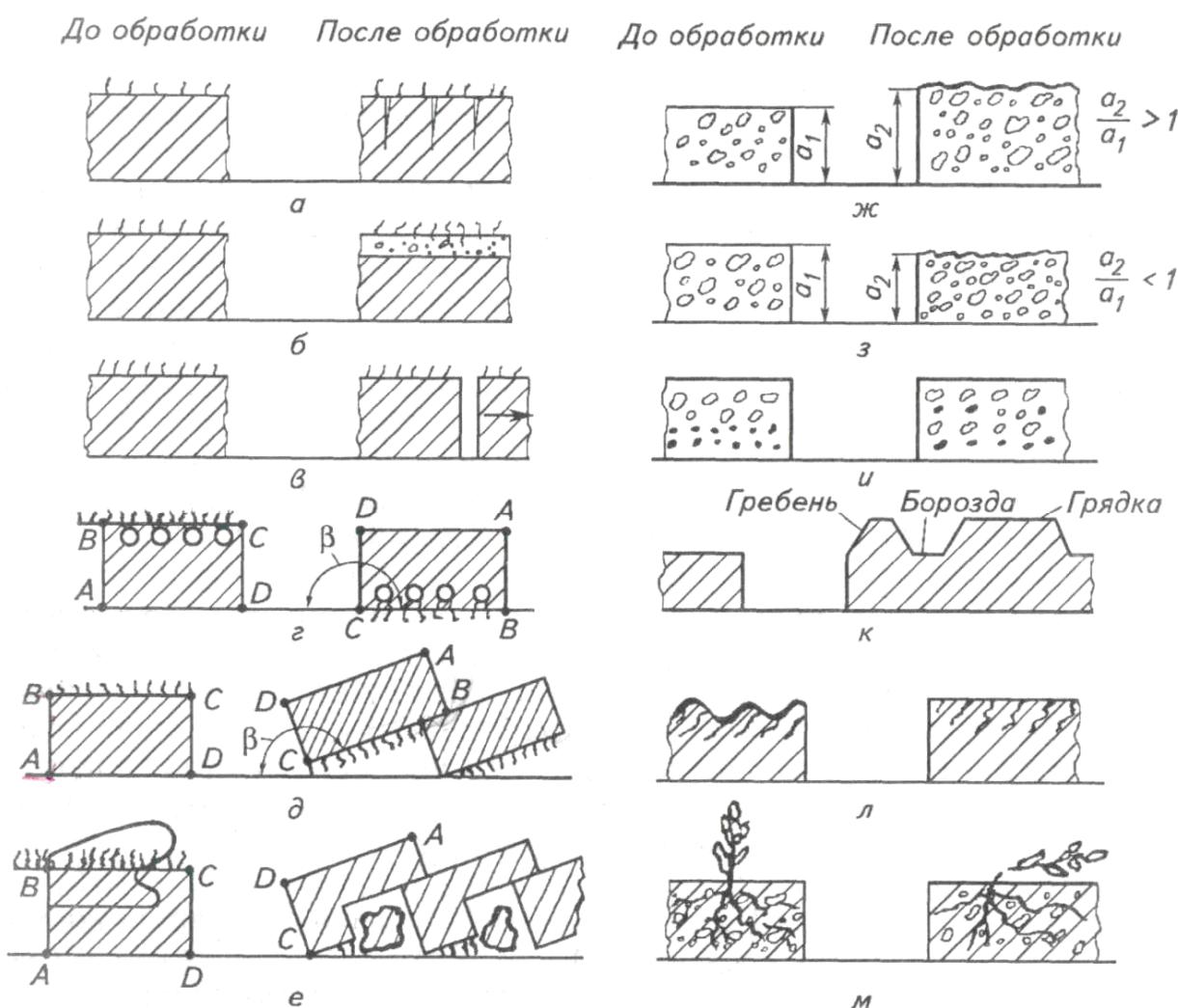


Рис. 1.1. Основные операции механической обработки почвы:

а – вертикальное резание; б – горизонтальное резание; в – отделение пласта;  
г – оборот пласта; д – взмет пласта; е – культурная вспашка; ж – рыхление;

з – уплотнение; и – перемешивание; к – нарезка борозд, образование гряд и гребней; л – выравнивание; м – подрезание сорняков; ABCD – пласт;  $\beta$  – угол оборота пласта;  $a_1$ ,  $a_2$  – толщина соответственно первоначального и взрыхленного почвенных слоев

*Технологические процессы* – это приемы обработки почвы, сопровождающиеся однократным воздействием на почву почвообрабатывающих машин одного наименования. К ним относятся вспашка, боронование, лущение и дискование, культивация, фрезерование, прикатывание, чизелевание, плоскорезная обработка, бороздование, шлейфование, лункование. Большинство процессов сопровождается выполнением одновременно нескольких технологических операций, из которых одна или две являются главными, а остальные – сопутствующими. Вспашка обеспечивает, прежде всего, оборот и рыхление почвы; культивация – рыхление и подрезание сорняков; боронование – рыхление; фрезерование – рыхление и перемешивание; лущение – оборот и рыхление; плоскорезная обработка – рыхление и подрезание корневищ сорняков; чизелевание – глубокое рыхление; прикатывание – уплотнение и выравнивание пашни.

*Классификация обработок.* В зависимости от глубины хода рабочих органов и выполняемых операций различают основную, поверхностную, мелкую и глубокую обработки почвы.

*Основная обработка* – это обычно первая, наиболее глубокая (20...30 см) обработка почвы после уборки предшествующей культуры. Ее проводят плугом с оборотом и последующим рыхлением почвенного пласта. Почву, подверженную ветровой эрозии, рыхлят без оборота пласта на глубину 25...30 см культиваторами-глубокорыхлителями. Основная обработка существенно изменяет сложение почвы, т.е. соотношение и взаимное расположение почвенных агрегатов.

*Поверхностную обработку* проводят на глубину 8 см ранней весной, перед и после посева для разрушения почвенной корки и рыхления.

*Мелкую обработку* проводят на глубину 8... 16 см при уходе за парами, после вспашки и перед посевом.

*Глубокая обработка* – это специальная обработка почвы на глубину более 24 см для углубления пахотного слоя и предотвращения водной эрозии.

*Системы обработки почвы* – это совокупность научно обоснованных приемов обработки почвы под культуры в севообороте. В зависимости от почвенно-климатических условий и технологии возделывания растений применяют отвальную, безотвальную и ярусную системы.

*Отвальная система* предусматривает оборот почвенного пласта, что обеспечивает заделку поживных остатков, семян сорняков и возбудителей болезней в нижние слои пахотного слоя. При этом поживные остатки быстрее разлагаются аэробными микроорганизмами с образованием растворимых минеральных соединений, а сорняки, личинки вредителей и возбудители болезней погибают. Отвальнюю систему широко применяют в районах достаточного и избыточного увлажнения.

*Безотвальная система* исключает оборот почвенного пласта: его заменяют глубоким рыхлением с сохранением стерни, защищающей почву от ветровой эрозии. Эту систему обработки применяют в степных районах, где проявляются эрозионные процессы, а также в районах недостаточного увлажнения как способ накопления и сохранения влаги в почве.

*Ярусная система* сопровождается дифференцированной обработкой верхнего, среднего и нижнего слоев почвы, имеющих явно выраженное ярусное строение. Например, при обработке солонцов верхний слой обрабатывают, а второй и третий – рыхлят и перемешивают.

В зависимости от числа обработок различают интенсивную, минимальную и нулевую системы обработок.

*Интенсивная система* включает несколько технологических процессов при подготовке почвы к посеву, сопровождается многократными проходами агрегатов, уплотнением и рыхлением почвы.

*Минимальная система* предусматривает сокращение количества обработок и их глубины, совмещение и одновременное выполнение нескольких технологических

процессов за один проход агрегата. Ее применяют в различных районах, чтобы снизить уплотнение и распыление почвы движителями тракторов и колесами сельскохозяйственных машин, а также сократить сроки подготовки почвы.

В некоторых случаях обрабатывают не всю поверхность поля, а только узкие полосы, в которые затем высевают семена. Такая обработка почвы называется *нулевой*. Обработка почвы, сопровождаемая покрытием ее поверхности остатками возделываемых растений, называется *мульчирующей*.

Обработка почвы с образованием на поверхности пашни водо-задерживающего микрорельефа (борозд, лунок и др.) или оставлением и сохранением ветрозадерживающих пожнивных остатков называется *противоэрозионной*.

Системы обработки должны быть почвозащитными, энергосберегающими, экономически оправданными и безвредными для окружающей среды. Выполнение этих требований связано с обоснованным выбором и оптимальным сочетанием применяемых машин, правильной их регулировкой и агрегатированием.

## **2. Классификация машин и агрегатов для обработки почвы, технико-экономические показатели работы почвообрабатывающих агрегатов.**

**Плуги** по способу агрегатирования с трактором делят на навесные, полунавесные и прицепные. Навесные плуги по сравнению с прицепными легче, следовательно, менее энергоемкие и более производительные не требуют больших поворотных полос. Однако по качеству вспашки они уступают прицепным и полунавесным плугам.

Прицепные плуги обеспечивают наилучшее качество вспашки, но более энергоемкие и менее производительные. Полунавесным плугам присущи частично недостатки и преимущества навесных и прицепных плугов.

- По числу корпусов плуги бывают одно-, двух- и многокорпусные.
- В зависимости от конструкции корпуса различают лемешные, безотвальные, дисковые почвоуглубительные, роторные и чизельные плуги.
- В зависимости от технологического процесса выпускают плуги для свально-развальной и гладкой вспашки. Последние обеспечивают вспашку безсвальных и развальных борозд. Благодаря этому последующие агрегаты могут работать на более высоких скоростях.

**Бороны** делят на зубовые, дисковые, сетчатые, шлейф-бороны, игольчатые. Зубовые бороны бывают 3-х типов: 1 – тяжелые; 2 – средние; 3 – легкие в зависимости от давления приходящегося на один зуб.

У тяжелых оно составляет от 20 – 30 Н, у средних 10 – 20 Н, у легких от 5 – 10 Н.

Дисковые бороны делят на тяжелые (болотные) и легкие (полевые и садовые).

**Лущильники** бывают дисковые и лемешные, а катки – кольчато-шпоровые, кольчато-зубчатые, гладкие водоналивные и борончатые.

**Культиваторы** по назначению делят на два типа: для сплошной (паровые) и междурядной обработки почвы (пропашные).

Соблюдение агротехнических требований способствует получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Поэтому к обработке почв предъявляют следующие требования:

Агротехнические требования к обработке почвы:

- Обработку почвы следует выполнять в установленные сроки.
- Не допускаются пропуски или огрехи.
- Следы должны быть прямолинейными.
- При любой обработке желательно получить комочки почвы размером 1...10 мм и нежелательно – частицы менее 0,25 мм.
- Не допускается, чтобы безотвальные орудия для рыхления подверженных ветровой эрозией почв уничтожили более 10 % стерни за один проход при мелком рыхлении и более 25 % - при глубоком и чтобы при этом почва разрушалась до частиц менее 1 мм.

- В верхнем рыхлом слое, подготовленный к посеву, не должно содержаться комков более 3 см, гребнистость поверхности пашни должна быть не более 3...4 см.
- При уходе за посевами все сорняки следует уничтожать так, чтобы повреждения культурных растений были минимальными.

### **3. Совершенствование почвообрабатывающих машин.**

Процесс создания машин состоит из нескольких этапов:

Зарождения идеи, воплощение идеи в техническое задание, разработка технического проекта, изготовление, опытных образцов, их испытания постановка на производства, массовое производство, старение и замена.

Замена старой машины возможно лишь при появлении новых идей и научных разработок.

Научно – технический процесс в механизации сельскохозяйственного производства направлен на снижения удельных затрат энергии, повышения производительности, улучшения показателей качества выполняемой работы и условия труда тракториста-машиниста, автоматизация рабочего процесса машин, снижение техногенной нагрузки на природную среду.

При разработке новой техники используют принцип дополнения или принцип замены. В первом случае производственную машину усовершенствуют или модернизируют без изменения ее рабочего процесса. Производительность усовершенствования машин увеличивается в 1,3 раз, а модернизированный в 1,6 раза по сравнению с производственной. Во втором случае, используя изобретения разрабатывают новую или принципиально новую машину рабочей процесс которой отличается существенной новизной, а производительность возрастет в 2 раза и более.

## **1. 11 Лекция № 16 (2 часа).**

**Тема: «Способы посева с.х. культур. Система посевных и посадочных машин»**

### **1.11.1 Вопросы лекции:**

1. Общие сведения, способы посева и ухода за посевами, агротехнические требования.
2. Классификация посевных и посадочных машин.
3. Составление агрегатов, организация их работы, технико-экономические характеристики.
4. Совершенствование машин.

### **1.11.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Общие сведения, способы посева и ухода за посевами, агротехнические требования.

Общие сведения. В общем комплексе технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур посеву и посадке принадлежит определенная роль. При посеве семена сеялками размещают в продольном  $a$  (рис. 1, а), поперечном  $b$  и вертикальном  $h$  направлениях. При этом стремятся создать необходимые и достаточные условия для формирования оптимальной густоты растений и получения запрограммированного урожая.

Густота стояния растений зависит от количества всхожих семян, глубины заделки, запаса питательных веществ и влаги в почве, способа посева. Для получения хороших всходов используют семена, соответствующие требованиям стандарта на посевной материал. Перед посевом семена дополнитель но сортируют и проправливают растворами пестицидов, чтобы повысить сыпучесть, опущенные семена освобождают от волосяков и других примесей механическим или химическим способом. Семена также калибруют — разделяют на близкие по размерам фракции (кукуруза, сахарная свекла), дражируют — при помощи клеящего вещества придают им шарообразную форму, а семена с твердой оболочкой скарифицируют — слегка повреждают оболочку для поступления влаги (клевер, люпин).

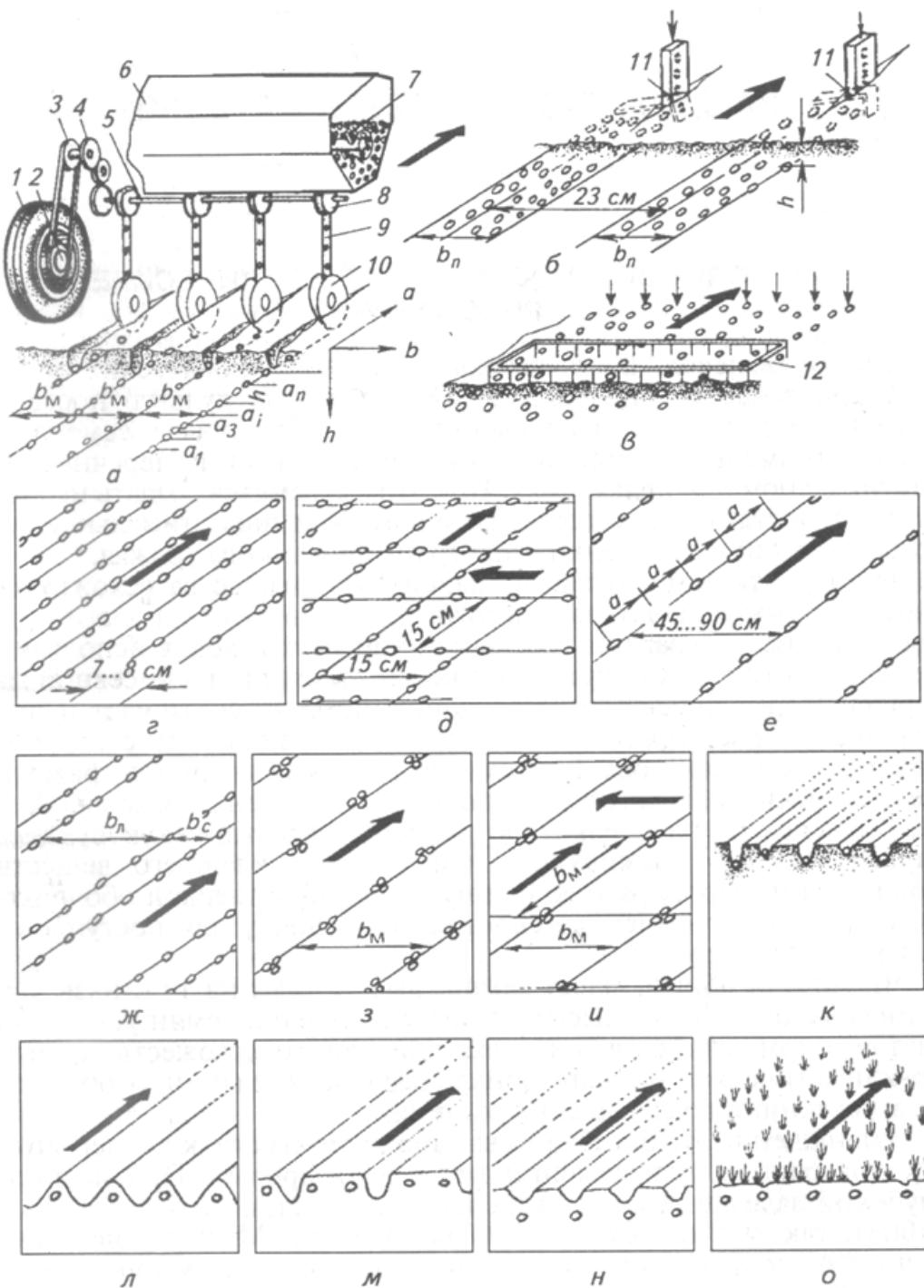


Рис. 1 – Способы посева и посадки.

а - рядовой обычный; б - полосовой; в - разбросной; г - узкорядный; д - перекрестный; е - широкорядный и пунктирный; ж - ленточный; з - гнездовой; и - квадратно-гнездовой; к - комбинированный; л - посев в гребень; м - посев в грядку; н - посев в борозды; о - посев по стерне;

1 - колесо; 2, 3 - звездочки; 4 - редуктор; 5 - вал; 6 - бункер; 7 - ворошитель; 8 - высевающий аппарат; 9 - семяпровод; 10 - сошник; 11 - лапа-сошник; 12 – борона.

Число или общую массу семян, высеваемых на 1 га, называют нормой высеива. Норму высеива и глубину заделки семян устанавливает агроном хозяйства, учитывая при этом их всхожесть, почвенно-климатические условия, зональные рекомендации, особенности агротехники возделывания растений.

Уменьшение глубины посева может привести к вымерзанию всходов озимых и изреженности всходов яровых. При излишне глубокой заделке всходят ослабленные растения, а часть ростков гибнет, так как не может пробиться к свету. Между семенами и почвой не должно быть воздушной прослойки, затрудняющей поступление влаги к семенам и их прорастание. Поэтому почву перед посевом тщательно обрабатывают, выравнивают, а после посева прикатывают.

На развитие растений влияет и время посева. Запаздывание, как правило, приводит к значительному снижению урожайности.

При нехватке питательных элементов в почве вместе с семенами вносят стартовые дозы гранулированных удобрений, заделывая их на ту же глубину, что и семена, ниже или сбоку семян.

**Способы посева.** Семена высевают рядовым, полосовым или разбросным способом (рис. 1, а, б, в). Рядовой способ посева подразделяют на *обычный*, *узкорядный*, *перекрестный*, *широкорядный* и *ленточный*.

*Обычный рядовой способ* используют для посева зерновых культур. Семена высевают (см. рис. 1, а) с расстоянием между рядами (междурядьями) преимущественно 15 см, заделывая их на глубину 2...10 см. В районах, подверженных ветровой эрозии, семена высевают с междурядьями 22,8 см. В рядках семена располагаются хаотично, расстояние  $a_i$  между ними непостоянно, а среднее значение  $a_{cp}$  не превышает установленные пределы.

*Полосовой способ* применяют для посева семян зерновых культур по стерне. Семена заделывают в почву стрельчатой лапой-сошником 11 (см. рис. 1, б), которая распределяет их полосами шириной  $b_{ll}$ . Расстояние между центрами полос 23 см. Семена в полосе размещаются хаотично. Полосовой способ также применяют при возделывании столовых корнеплодов, лука и других овощных культур.

*Разбросной способ* применяют для посева семян трав на лугах и культурных пастбищах. Семена разбрасывают по поверхности поля, а затем бороной 12 (см. рис. 1, в) заделывают в почву. Этот способ используют также для посева риса в чеки, заполненные водой. Для этого применяют самолеты, оборудованные разбрасывателями.

*Узкорядный способ.* Уменьшение междурядий зерновых культур до 70...80 см (рис. 1, г) часто обеспечивает повышение урожайности. При одинаковой норме посева расстояния между семенами в рядах получаются в 2 раза больше по сравнению с обычным рядовым посевом. Площадь питания для каждого растения по форме вместо вытянутого прямоугольника приближается к квадрату, что способствует лучшему развитию растений.

*Перекрестный способ.* Половину предназначенных семян высевают при движении сеялки в одном направлении (рис. 1, д), остальные — поперек засеянных рядов. Расстояния между зернами в рядах увеличиваются, семена размещаются более равномерно. Затраты на добавочную работу в итоге перекрываются повышением урожайности.

*Широкорядный способ* (рис. 1, е) используют для пропашных культур. Их высевают с междурядьями 45...90 см, что обеспечивает механизированную обработку междурядий. В рядах семена располагаются хаотично.

*Пунктирный способ* (однозерновой) характеризуется тем, что ряды располагают один от другого на расстоянии 45...90 см, а семена в ряду размещают на одинаковом расстоянии  $a$  одно от другого (рис. 1, е). Однозерновой посев технических культур обеспечивает повышение урожайности, значительную экономию семян и снижение трудовых затрат на уход за растениями.

*Ленточный способ* (рис. 1, ж) применяют для семян овощных культур. Несколько рядов, называемых строчками, объединяют в группы — ленты. В зависимости от числа рядов в ленте посев бывает двух- и многострочный. Ширину лент и расстояние  $b_l$  между ними выбирают так, чтобы рабочие органы культиватора во время обработки междурядий

не повреждали растения. Расстояние  $b_c$  между строчками зависит от возделываемой культуры.

*Гнездовой способ* (рис. 1, з) используют для растений, которые могут расти вместе (в гнезде). Гнезда семян размещают в параллельных рядах. Ширину междурядий  $b_m$  выбирают с учетом особенностей культуры и механизации последующей обработки междурядий. Расстояния между гнездами (междугнездья) выбирают в зависимости от особенностей культуры. Количество высеваемых семян уменьшают в 2...3 раза по сравнению с широкорядным посевом.

*Квадратно-гнездовой способ* (прямоугольно-гнездовой). Обработка всходов улучшается, если гнезда семян расположены в прямолинейных рядах (рис. 1, и) как вдоль, так и поперек поля (в углах квадратов или прямоугольников). Междурядья и междугнездья 70...90 см (для бахчевых культур 180 см). Поле, засеянное квадратно-гнездовым способом, можно обрабатывать в продольном и поперечном направлениях.

*Совмещенный способ* предусматривает одновременный высев семян двух культур в разные ряды, заделку их на разную глубину (посев семян зерновых и трав, кукурузы и бобовых). Совмещенный посев увеличивает продуктивность поля, устраниет дополнительный проход сеялки по полю, сокращает сроки посева.

*Комбинированный способ* (рис. 1, к) включает в себя одновременный высев семян и гранулированных удобрений.

В зависимости от почвенно-климатических условий семена высеваются по ровной поверхности или профилированной. Наиболее распространен посев по ровной поверхности (см. рис. 1, а). При избыточной влажности почвы семена заделяются в вершинах гребней (рис. 1, л). На участке, предназначенном для полива, семена высеваются на ровной поверхности с одновременной нарезкой поливных борозд (рис. 1, м). В засушливой зоне семена пропашных высеваются в борозды (рис. 1, н), чтобы заделать их во влажную почву. На почвах, подверженных ветровой эрозии, сеют по стерне (рис. 1, о), защищающей молодые всходы от ветра, а почву от выдувания.

**Агротехнические требования.** Семена должны быть равномерно распределены по поверхности поля, Отклонение фактической нормы высева семян от заданной допускается не более  $\pm 3\%$ , а для минеральных удобрений – не более  $\pm 10\%$ . Неравномерность высева в рядах, т.е. отдельными высевающими аппаратами, не должна превышать для зерновых 6 %, зернобобовых 10 %, трав 20 %.

Высевающие аппараты и другие рабочие органы не должны повреждать более 0,2 % семян зерновых и более 0,7 % семян зернобобовых. Отклонение глубины заделки отдельных семян от средней должно быть не более  $\pm 15\%$ , что при глубине посева 3...4 см составляет  $\pm 0,5$  см, 4...5 см —  $\pm 0,7$  см, при 6...8 см —  $\pm 1$  см. Ширина стыкового междурядья не должна отклоняться от ширины основного более чем на  $\pm 5$  см. Средняя неравномерность заделки клубней по глубине допускается не более  $\pm 2$  см. При посадки рассады допускается отклонение растений от вертикального положения до  $30^{\circ}$ .

## 2. Классификация посевных и посадочных машин.

Сеялки классифицируют по следующим признакам:

**по назначению** – универсальные, специальные и комбинированные. Универсальные используют для посева семян различных культур, например зерновые и зернотравяные сеялки для посева зерновых, бобовых и масличных культур, трав, прядильных культур. Специальные (свекловичные, хлопковые, кукурузные, овощные) – рассчитаны для посева одной культуры или нескольких культур, семена которых имеют одинаковые физико-механические свойства.

Универсальные сеялки наиболее экономичны, так как при их использовании уменьшается число машин в хозяйстве, увеличивается время использования каждой машины, облегчается ее эксплуатация.

Полная замена специальных сеялок универсальными затруднена тем, что размеры семян разных культур, нормы и способы их посева, глубина заделки, междурядья весьма разнообразны.

Комбинированными называются сеялки с туковысыевающими аппаратами. Сеялка с туковысыевающими аппаратами называется комбинированной. Для посева зерновых культур служат универсальные комбинированные сеялки СЗ-3,6.

**по способу посева** – рядовые, узкорядные, гнездовые, квадратно-гнездовые, пунктирные (или точного высева), разбросные и стерневые;

**рядовые** для посева различных культур сплошным рядовым, узкорядным, перекрестным, широкорядным и ленточным способами;

**квадратно - гнездовые** – для заделки гнезд семян в вершинах квадратов или прямоугольников;

**гнездовые** – для размещения гнезд семян в вершинах квадратов или прямоугольников;

**пунктирные** – для размещения семян в ряду на одинаковом расстоянии одно от другого;

**разбросные** – для разбрасывания семян по поверхности поля.

**по виду высеваемой культуры** – зерновые, свекловичные, хлопковые, кукурузные, овощные;

**по способу агрегатирования с трактором** – навесные и прицепные.

Зерновые сеялки обычно прицепные, что дает возможность составлять посевной агрегат из одной – шести сеялок. Технические культуры – сахарную свеклу, овощи, хлопчатник, лен, а также кукурузу на зерно – хозяйства возделывают на небольших площадях по сравнению с зерновыми культурами, часто на орошаемых участках; здесь выгоднее применять специальные навесные сеялки.

**по компоновке рабочих органов** различают моноблочные, раздельно-агрегатные и секционные сеялки.

Моноблочные сеялки оборудованы общей рамой, на которой смонтированы все рабочие органы. Эта группа сеялок снабжена одним или двумя бункерами 1 (рис. 2, а), из которых семена поступают сразу в несколько высевающих аппаратов 2, из них в семяпроводы 3 и далее в сошники 4.

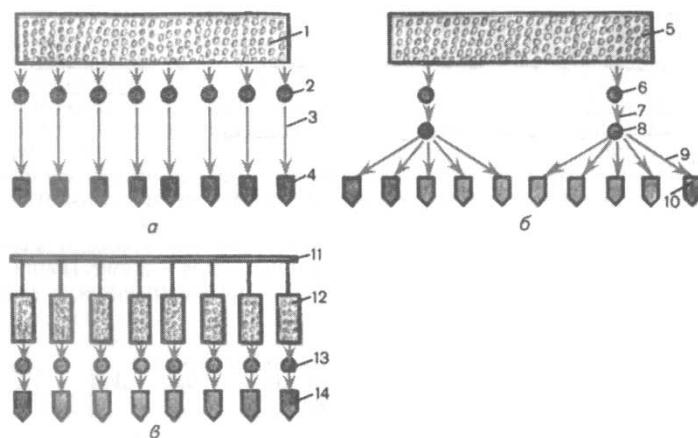


Рис. 2 – Компоновочные схемы сеялок:

а — моноблочной; б — раздельно-агрегатной; в — секционной;

1, 5, 12 - бункера; 2, 6, 13 - высевающие аппараты; 3, 9 - семяпроводы; 4, 10, 14 - сошники; 7 - центральный трубопровод; 8 - распределитель потоков; 11 - брус-рама.

Раздельно-агрегатные сеялки состоят из отдельных блоков (модулей), соединенных в единый агрегат. Такие сеялки включают в себя бункер 5 (рис. 2, б) большой вместимости, смонтированный на тракторе или специальной тележке-блоке, и посевной блок. На бункере закреплен один или два высевающих аппарата (дозатора) 6, связанные

центральными трубопроводами 7 с одним или двумя распределителями потоков 8, которые смонтированы на раме посевного блока. Распределители соединены семяпроводами 9 с сошниками 10, закрепленными на посевном блоке.

Из бункера семена самотеком поступают в дозатор 6, из него в центральный трубопровод 7. Далее семена транспортирует воздушный поток, нагнетаемый вентилятором. В корпусе распределителя 8 семена делятся на несколько потоков и подаются в сошники 10.

Секционные сеялки состоят из отдельных посевных секций, присоединенных к раме 11 (рис. 2, в). Каждая секция снабжена бункером 12, высевающим аппаратом 13, механизмом привода, сошником 14, опорными колесами, каточками и загортачами. Раздвигая секции по раме, можно изменять ширину междурядий. Такая компоновка характерна для специальных сеялок, используемых для широкорядного и пунктирного посевов.

**Картофелесажалки** делят по назначению на две группы – для посадки непророщенных и пророщенных клубней; по числу высаживаемых рядков – одно-, двух-, четырех- и шестирядные; по способу агрегатирования с трактором – навесные и полунавесные.

**Рассадопосадочные машины** делят по числу высаживаемых рядков на двух-, трех-, четырех и шестирядные.

Все отечественные сеялки и картофелесажалки являются комбинированными машинами и одновременно с посевом семян и посадкой клубней могут вносить минеральные удобрения.

### **3. Составление агрегатов, организация их работы, технико-экономические характеристики.**

Первый проход посевного агрегата производится по вешкам. При этом проверяют норму посева, установку маркера и глубину заделки семян.

Посев можно производить при скорости движения 7...10 км/ч. В зависимости от рельефа поля необходимо маневрировать скоростями. При движении посевного агрегата со скоростью 10 км/ч и более сеяльщик должен находиться в кабине трактора. Вождение агрегата, кроме первого прохода, осуществляют по следу маркера.

Загрузку сеялок семенами рекомендуется производить механизированными загрузчиками семян. Основные механизированные средства заправки – автозагрузчики АС-2УМ, ЗСА-40. Продолжительность заправки автопогрузчиком одной сеялки семенами составляет 3...3,5 мин. Заправлять сеялки следует, как правило, на поворотной полосе. При этом в единицу времени надо подвозить количество семян, равное их расходу  $\Omega$ .

Расход семян  $\Omega$  (кг/ч) устанавливают, исходя из производительности посевного агрегата  $W$  (га/ч), нормы посева  $g_c$  (кг/га) и числа посевных агрегатов  $m$ :

$$\Omega = m \cdot W \cdot g_c$$

Число агрегатов-заправщиков равно отношению расхода семян  $\Omega$  к производительности одного заправщика сеялок  $W_Q$ :

$$n = \Omega / W_Q$$

Поворотные полосы засевают тем же агрегатом, что и весь участок.

**Производительность машинного агрегата** – количество выполненной им в единицу времени (за единицу принимают 1 ч) работы определенного вида и качества, измеренной в соответствующих единицах - га, т, м<sup>3</sup> или т·км. Она измеряется в га/ч, т/ч, м<sup>3</sup>/ч или т·км/ч.

Производительность машинных агрегатов на полевых работах зависит прежде всего от ширины захвата, скорости движения и времени полезного использования машин. Различают теоретическую, техническую и действительную производительность.

*Теоретическую производительность* (га/ч) подсчитывают перемножением конструктивной ширины захвата агрегата  $B_k$  (м) на его теоретически возможную скорость движения  $V_T$  (м/с или км/ч) (фактические производственные условия не учитывают, принимают, что агрегат в течение 1 ч работает непрерывно, выполняя технологическую операцию безостановочно):

$$W_T = Cw \cdot B_k \cdot V_T v$$

где  $Cw$  - коэффициент, равный 0,36 при измерении скорости в м/с и 0,1 при измерении скорости в км/ч.

#### **4. Совершенствование машин.**

Необходимость совершенствования посевных машин определяется разнообразием физико-механических свойств семян сельскохозяйственных культур, схем, способов, трудоемкости их посева и возделывания, а также различием почвенно-климатических условий и агротехнических требований.

Высокий уровень механизации рядового посева зерновых культур на больших площадях и достаточная отработанность конструкций зерновых сеялок были достигнуты еще в 50-60 годы. Дальнейшее развитие отечественных и зарубежных посевных машин для посева зерновых культур идет в направлении создания специальных сеялок, универсальных посевных машин и комбинированных агрегатов. Все шире находят распространение пневматические сеялки с централизованным дозированием семян, имеющие один бункер и один высевающий аппарат на все сошники. Большее место в технологии высева начинает завоевывать сложная электроника и компьютерные технологии.

Совершенствование пропашных сеялок направлено на повышение точности высева, снижение повреждения и повышение равномерности глубины заделки семян, автоматизацию контроля качества работы высевающих аппаратов и управления механизмами, унификацию и создание новых технологий посева.

Ближайшими задачами в развитии посевных машин являются: повышение производительности посевных агрегатов;

снижение металлоемкости сеялок и их рабочих органов;

повышение качества посева и надежности технологического процесса;

изыскание рабочих органов для посева несыпучих семян трав, а также для разбросного подпочвенного посева зерновых культур;

изучение технологии посева на новой энергетической базе;

разработка надежной системы автоматического контроля и регулирования качества посева.

Для успешного решения поставленных задач нужны высококвалифицированные инженеры конструкторы и технологии.

## **1. 12 Лекция № 17 (2 часа).**

**Тема: «Технология внесения удобрений. Комплекс машин»**

### **1.12.1 Вопросы лекции:**

1. Виды, сроки, способы, технологии внесения удобрений, агротребования.
2. Классификация машин, технико-экономические характеристики, составление агрегатов.
3. Направления совершенствования машин.

### **1.12.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Виды, сроки, способы, технологии внесения удобрений, агротребования.

В комплексе мероприятий по внедрению интенсивных технологий большое значение имеет повышение плодородия почв за счет внесения удобрений и химических мелиорантов. Удобрения содержат основные элементы питания растений: фосфор Р, калий К, азот N и вещества, которые улучшают физические, химические и биологические свойства почвы и тем самым способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных растений. Различают минеральные и органические удобрения.

*Минеральные удобрения* получают из природных ископаемых и азота воздуха. Промышленность выпускает их в виде гранул размером 1...5 мм, кристаллов, порошков или жидкостей. По содержанию питательных элементов минеральные удобрения бывают простые, содержащие один элемент, и сложные, составленные из двух-трех питательных элементов. Жидкие минеральные удобрения, содержащие несколько питательных элементов, называют комплексными (ЖКУ).

*Органические удобрения* содержат вещество животного или растительного происхождения. К ним относятся: навоз (твердый перепревший, жидкий и полужидкий), навозная жижа, торф, компосты, растительная масса, заделываемая в почву. Навоз собирают на животноводческих фермах с применением способов, обеспечивающих его обеззараживание, сохранение питательных элементов и получение массы, наиболее пригодной для механизированного внесения в почву. Из навоза, торфа и минеральных удобрений приготавливают компости.

*Мелиоранты* (пылевидная известковая и доломитовая мука, известковый туф, гожа и специальные химические вещества) применяют для снижения кислотности и улучшения физических свойств почв.

Для внесения удобрений и мелиорантов используют комплексы машин, включающие машины для подготовки, погрузки, транспортировки и рассева удобрений на поле. Промышленность выпускает пять комплексов машин для внесения минеральных (твердых неаэрируемых, твердых аэрируемых, жидких комплексных, амиачной воды и безводного аммиака) и два комплекса для внесения органических (твердых и жидких) удобрений. При внесении удобрений применяют различные технологии.

**Технологии внесения удобрений** определяют необходимый набор и последовательность выполнения машинами технологических процессов. Наиболее распространены четыре технологии:

**прямоточная** - удобрения на складе загружают в разбрасыватель, который вывозит их в поле и вносит в почву. Технология экономически эффективна при небольшом расстоянии перевозки удобрений, которое для разбрасывателей грузоподъемностью 4, 8 и 16 т не должно превышать соответственно 1, 3 и 4 км;

**перегрузочная** - удобрения из хранилища загружают в транспортировщики-перегрузчики, вывозят в поле, перегружают в полевой разбрасыватель и вносят в почву. Технология эффективна при перевозке удобрений на расстояние до 10 км;

перевалочная - удобрения (ЖКУ, аммиак) со склада вывозят транспортными машинами в поле и выгружают в кучи или передвижные емкости. В установленные агротехнические сроки удобрения из куч загружают в разбрасыватель и вносят в почву;

двухфазная - твердые органические удобрения (навоз) вывозят в поле и укладывают в кучи, расположенные рядами. Удобрения из куч рассеваются по полю валкователем-разбрасывателем.

При рассеве удобрений разбрасыватели регулируют на заданную дозу внесения. Доза внесения - это количество удобрений, запланированное для распределения на площади 1 га. В зависимости от вида и состояния удобрений единица измерения дозы следующая: кг/га, т/га, л/га. Дозу внесения устанавливает агроном. Она может быть оптимальной, рассчитанной на максимальное использование потенциала возделываемых растений, или умеренной, вызванной недостатком удобрений.

**Способы внесения удобрений** определяет агротехника. В зависимости от времени внесения различают предпосевной, припосевной и послепосевной (подкормка) способы.

*Предпосевной способ*, называемый основным, сплошным или разбросным, применяют для внесения основной массы туков, всех мелиорантов и органических удобрений. При сплошном способе удобрения, равномерно разбросанные (рассеянные) по полю, во время вспашки или предпосевной культивации заделывают в почву на глубину 10...20 см. Удобрения, размещенные в зоне наиболее развитой корневой системы, доступны для растений в течение вегетационного периода. Более эффективными являются внутрив почвенное внесение туков, размещение их лентами, строчками, гнездами во влагообеспеченном слое почвы. При этом снижается расход удобрений, уменьшается их вынос со сточными водами, облегчается управление развитием растений.

Проходит испытания технология дифференцированного внесения удобрений, при которой полевая машина по команде компьютера вносит различные дозы удобрений с учетом пестроты плодородия поля и реальной потребности почвы в пределах элементарных координатных площадок в том или ином элементе питания.

*Припосевное внесение* выполняют одновременно с посевом. Удобрения вносят сеялками в почву вместе с семенами или вблизи них.

*Подкормка растений* удобрениями происходит одновременно с культивацией междурядий. Культуры сплошного посева, например, зерновые, подкармливают при помощи наземных агрегатов, для перемещения которых при посеве оставляют технологическую колею. Когда работа наземных машин затруднена из-за повышенной влажности почвы, то, чтобы уложиться в оптимальные агротехнические сроки, целесообразно применять самолеты, вертолеты и легкие летательные аппараты.

**Агротехнические требования.** Следящиеся удобрения перед использованием необходимо измельчить и просеять. Размер частиц после измельчения должен быть не более 5 мм, содержание частиц размером менее 1 мм допускается не более 6 %. В процессе растиривания потери удобрений с бумажной мешкотарой не должны превышать 1 %, а с полиэтиленовой - 0,5 %. Содержание лоскутов мешкотары в измельченных удобрениях не должно превышать 3 % массы бумажных и 0,7 % массы полиэтиленовых мешков.

При смешивании удобрений влажность исходных компонентов не должна отличаться от стандартной более чем на 25 %. Отклонение от заданного соотношения питательных элементов в тукосмеси допускается не более  $\pm 10 \%$ .

При сплошном внесении минеральных удобрений отклонение фактической дозы от заданной допускается не более  $\pm 5 \%$ , неравномерность распределения удобрений по ширине захвата при внесении оптимальных доз - не более  $\pm 15 \%$ , а при внесении умеренных доз - до  $\pm 25 \%$ . Необработанные поворотные полосы и пропуски между соседними проходами агрегата не допускаются. Время между внесением удобрений и их заделкой не должно превышать 12 ч.

При подкормке удобрения должны быть заделаны в почву на 2...3 см глубже и на 3...4 см в стороне от рядка семян. Допустимое отклонение фактической дозы внесения удобрений комбинированными сеялками от заданной должно быть не более  $\pm 10\%$ .

При внесении органических удобрений отклонение фактической дозы от заданной допускается не более  $\pm 5\%$ , неравномерность распределения по ширине разбрасывания - не более  $\pm 25\%$ , по направлению движения - не более  $\pm 10\%$ .

## 2. Классификация машин, технико-экономические характеристики, составление агрегатов.

Машины для внесения удобрений классифицируют по следующим признакам:

*по назначению* – машины для подготовки удобрений к внесению, погрузки, транспортировки и непосредственного внесения в почву;

*по виду вносимых удобрений* – для внесения минеральных, органических удобрений и органо-минеральных смесей;

*по агрегатному состоянию удобрений* – машины для внесения жидких, твердых и пылевидных удобрений;

*по способу внесения удобрений* – кузовные, навесные и авиационные разбрасыватели, туковые сеялки и машины для внутривоздушного внесения;

*по способу агрегатирования с трактором* – прицепные и навесные.

Машины устанавливают на дозу внесения удобрений в соответствии с таблицами заводских инструкций, в которых указана доза внесения удобрений определенной объемной массы при заданной скорости движения машины и ширине захвата. В производственных условиях эти показатели могут отличаться от табличных значений, поэтому дозу внесения удобрений следует рассчитать по формуле

$$Q_T = \frac{Q_3 \cdot V_p \cdot B_p \cdot \rho_T}{V_T \cdot B_T \cdot \rho},$$

где  $Q_3$  – заданная доза внесения удобрений, кг/га;  $V_p$  – рабочая скорость агрегата, км/ч;  $B_p$  – действительная ширина захвата, м;  $\rho_T$  – плотность удобрений, указанная в заводской инструкции, кг/м<sup>3</sup>;  $V_T$  – табличное значение скорости агрегата, км/ч;  $B_T$  – табличное значение ширины захвата, м;  $\rho$  – фактическая плотность вносимых удобрений, кг/м<sup>3</sup>.

Для проверки фактической дозы внесения удобрений кузовными разбрасывателями взвешенную порцию минеральных или органических удобрений загружают в кузов. После внесения замеряют площадь  $S$ , покрытую удобрениями, и подсчитывают фактическую дозу внесения

$$Q_\phi = 10\ 000 G/S,$$

где  $G$  – масса порции удобрений, кг.

Если отклонение фактической дозы от заданной больше значений, установленных агротребованиями, то изменяют положение дозирующей заслонки (для разбрасывателей минеральных удобрений) или скорость подающего транспортера в результате регулировки храпового механизма (для кузовных разбрасывателей органических удобрений).

При выбранной ширине захвата машины дозу внесения удобрений можно проверить, сопоставив фактическую длину гона с расчетной, определенной по формуле

$$L_{расч} = 10\ 000 \cdot G / (B_p \cdot Q_3)$$

Равномерность распределения минеральных удобрений по ширине захвата можно обеспечить путем изменения места их подачи на разбрасывающие диски с помощью направителей. При подаче вперед и к краям дисков удобрения будут вноситься преимущественно по центру полосы, а при подаче на заднюю часть дисков и к их центру – по краям.

Качество внесения удобрений оценивают по соблюдению дозы и равномерности распределения удобрений по ширине захвата и длине гона.

### 3. Направления совершенствования машин.

Уровень техники для внесения удобрений, особенно в используемых в большинстве случаев двухдисковых разбрасывателях, очень высок. Машины ведущих фирм позволяют с высокой точностью распределять практически любые минеральные удобрения с шириной захвата до 24 м, а удобрения с очень хорошими свойствами при разбрасывании — даже на 36 м.

Следует отметить, что сегодня требования повышения точности распределения с технической точки зрения удовлетворяются. Около 80 % всех удобрений вносится с помощью двухдисковых разбрасывателей. Эти орудия убеждают своей точностью, прочностью и высокой производительностью. Их основные характеристики - бесступенчатая регулировка ширины захвата в пределах 14...48 м, автоматическая дозировка удобрений (например, калибровка с помощью встроенных взвешивающих элементов), а также применение устройств для краевого разбрасывания с электронным управлением.

Значительное повышение производительности и улучшение комфорта управления обещает система разбрасывания нового образца для двухдисковых разбрасывателей, которая позволяет вносить варьируемые дозы удобрений на отдельных участках поля без перестановки или смены разбрасывающих лопастей.

Оснащенные приемниками GPS компьютерные системы дают возможность осуществлять точное автоматическое переключение на поворотных полосах или на границе поля, что помогает избежать чрезмерного внесения удобрений на поворотных полосах и границах поля.

## **1. 13 Лекция № 18 (2 часа).**

**Тема: «Технология заготовки кормов, уборки зерновых культур»**

### **1.13.1 Вопросы лекции:**

1. Технологии заготовки грубых кормов, агротребования, система машин.
2. Технология заготовки сенажа и силоса, агротребования, система машин, технико-экономические характеристики.
3. Способы уборки зерновых культур, их экономическая оценка.
4. Система машин, технология работы зерноуборочных комбайнов, агротехнические и экономические показатели их работы.

### **1.13.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Технологии заготовки грубых кормов, агротребования, система машин.

Создание прочной кормовой базы для животноводства – важнейшая проблема дальнейшего развития сельскохозяйственного производства.

#### **Грубые корма:**

*Сено* – это грубый корм, полученный в полевых условиях в результате высушивания скошенной травы до влажности 16...18 %.

*Рассыпное сено* – получают из скошенной травы естественной длины.

*Измельченное сено* – получают из провяленной до влажности 35...40 % травы, которую измельчают на отрезки 8...15 см и досушивают активным вентилированием.

*Прессованное сено* – получают с помощью пресс-подборщиков, которые образуют прямоугольные тюки или цилиндрические рулоны.

*Сенаж* – это измельченный грубый корм, полученный из трав, провяленных до влажности 40...55 %.

*Травяная мука* – это корм, полученный из убранных в ранние фазы вегетации трав, измельченных до длины 2...3 см и высушенных в высокотемпературных сушильных агрегатах, а затем размолотых в муку.

*Силос* – получают из свежескошенных или провяленных измельченных растений, которые закладывают в хранилища с трамбовкой до плотности 500кг/м<sup>3</sup> и хранят в анаэробных условиях.

Основные источники для получения сена – естественные сенокосы и сеянные травы. Из трав получают рассыпное и прессованное сено травяные брикеты, сенаж; травы частично силосуют. Травы перерабатывают в высоковитаминный корм – травяную муку.

Чтобы получить сено высокого качества и избежать потерь, траву следует скашивать в оптимальные агротехнические сроки, правильно выбрать высоту среза, сгребать и скирдовать сено в кратчайший срок. Злаковые травы убирают в период колошения, бобовые – в период бутонизации. Оптимальная высота среза трав естественных степных сенокосов 4...5 см, трав на заливных лугах, сеянных однолетних и многолетних 5...6 см, многолетних трав в первый год роста 8...9 см.

Наибольшие потери каротина и питательных веществ приходятся на период сушки травы. Листья и соцветия скошенных трав, наиболее богатые каротином, высыхают за несколько часов, а стебли – за несколько дней. Поэтому во многих районах нельзя сгребать провяленную траву в день скашивания, чтобы не вызвать ее самосогревания. Во время сушки травы под действием солнечных лучей каротин разлагается, и содержание его в сене резко уменьшается. Пересохшие листья при сгребании обламываются и осыпаются. Существенные выгоды обеспечивает плющение стеблей, в результате его вся масса высыхает быстро и одновременно.

Чаще всего собранное сено формируют в копны с последующим скирдованием. Однако этот способ уборки не обеспечивает получения сена высокого качества, велики потери и трудозатраты.

Широко освоена технология сбора сена с одновременным его прессованием и связыванием тюков. Механические воздействия и влияние погодных условий на сено резко сокращаются, качество убранного сена повышается, потери его и стоимость работ уменьшаются. Прессованное сено удобно транспортировать и хранить.

В совхозах и колхозах ежегодно возрастает заготовка сенажа: измельченную провяленную траву (влажностью 50...55%) загружают в герметизированные башни или траншеи.

Цельную или измельченную траву влажностью 45% досушивают в хранилищах нагнетанием подогретого или атмосферного воздуха (активное вентилирование).

В степных районах собранное сено формируют в стог при помощи стогообразователя и перевозят на ферму стоговозом.

Витаминная травяная мука, приготовленная из свежескошенной, измельченной и быстро высушенной травы, – наиболее ценный корм. В травяной муке почти полностью сохраняются содержащиеся в растениях питательные вещества, витамины, каротин.

*При заготовке кормов выполняют единичные и комплексные операции, что обеспечивается системой машин для кормопроизводства.*

Косилки скашивают траву, оставляя ее на поле в виде (прокоса) для естественной сушки. Косилки-плющилки одновременно со скашиванием плющат стебли трав для ускорения естественно сушки. Косилки-измельчители измельчают скошенные растения измельченную массу используют как корм или для переработки. Грабли сгребают траву из прокоса в валок и обворачивают валок в процессе полевой сушки. Пресс-подборщик подбирает из валка сено и формирует его в тюки или рулоны. Подборщик-копнитель формирует подобранное сено в копну. Кормоуборочный комбайн скашивает и измельчает траву, подбирает и измельчает подвяленную траву, скашивает и измельчает высокостебельные культуры. Из измельченной массы на стационарных установках приготавливают сенаж, силос, травяную муку, брикеты и гранулы.

Рациональное использование кормоуборочных машин позволяет заготовить корма с наименьшей длительностью пребывания скошенных растений на поле, снизить влажность массы корма до кондиционной в пункте длительного хранения, использовать искусственную сушку и досушивание подогретым воздухом, снизить потери питательных веществ, сократить затраты труда и средств.

**Технология заготовки сена** включает в себя следующие основные операции: кошение или кошение с плющением, естественную сушку в поле, ворошение прокосов, сгребание и обворачивание валков, подбор валков с образованием копен и или стогов, транспортировку стогов и копен, скирдование, активное вентилирование. Потеря сена снижается, а качество повышается, если подбирать недосушеннную траву из валков стогообразователями и применять для досушки установки активного вентилирования.

2. Технология заготовки сенажа и силоса, агротребования, система машин, технико-экономические характеристики.

**Технология заготовки сенажа** сходна с технологией заготовки измельченного сена. При этом подбирают траву при влажности 50...55% и измельчают на отрезки 20...30 мм. От измельчителей массу увозят к сенажным башням или траншеям, закладывают в них, утрамбовывают и после заполнения герметизируют.

Для получения силоса выращивают кукурузу, подсолнечник, многолетние высокостебельные травы.

**Технология заготовки силоса** охватывает такие операции: скашивание с измельчением растений, транспортировку выгрузку, в силосные траншеи утрамбовку массы и укрытие траншей соломой и слоем грунта.

При выполнении технологических операций необходимо тщательно регулировать машину на оптимальный режим работы. Например, высоту среза трав устанавливают такой, чтобы естественные и сеянные многолетние травы скашивать чуть выше корневой шейки. В противном случае травы плохо отрастают. Слишком высокий срез ведет к недобору урожая.

Бобовые травы следует скашивать с плющением. В дождливую погоду, также для злаковых трав такую операцию применять не рекомендуется т.к. дождевая вода вымывает питательные элементы, а сами стебли заполняются водой и долго сохнут. Ворошить травы в покосах и оборачивать валки следует после дождя и на участках с высокой урожайностью при влажности 50...60%. Сгребать сено в валки следует при влажности 18 % и ниже, а для активного вентилирования – при 25...30 %.

Рабочие органы сеноуборочных машин недолжны, перетирать сено, обивать листья и соцветие, загрязнять сено почвой. Потери сена при подборе из валков допускается не более 5 %, при подборе с прессованием – не более 2 %.

Общие потери травы при кошении с измельчением должны быть не более 8 %. Для заготовки кормов используются косилки, косилки плющилки, грабли волокуши подборщики копнители и стого образователи, пресс подборщики, косилки измельчители, кормоуборочные и силосоуборочные комбайны и другие машины.

#### **Агротехнические требования:**

Режущие аппараты должны обеспечивать ровный срез, одинаковый по высоте.

Потери от повышенного среза и не срезанных растений допускаются не более 2 %.

Бобовые травы следует скашивать с плющением.

Сгребать сено в валки надо при влажности 18 %. а для активного вентилирования – при 35...40 %.

Рабочие органы сеноуборочных машин не должны перетирать сено, обивать листья и соцветия, загрязнять почвой сено.

Общие потери прессованного сена должны быть не более 1 %.

Максимальное время от скашивания растений до их сушки не должно превышать 3 ч.

#### **Для заготовки кормов используют:**

Косилки – КС – 2,1; КДП – 4; КТП – 6; КРН – 2,1

Косилки – плющилки КПРН – 3; Е – 301; КПС – 5Г

Кошение с измельчением. КС – 1,8; КС – 2,6; Е – 280; КСК – 100; КПИ – 2,4

Грабли ГП – Ф – 16; ГВР – 6Б; ГВК – 6Г

Волокуши ГТП – 6; ГП – 14; ГВК - 6

Подборщики – копнители ПК – 1,6;

Подборщик стогометатель ПФ – 0,5

Стогообразователи СПТ – 60

Пресс – подборщики ПС – 1,6; ПРП – 1,6

Кормоуборочные комбайны ДОН 1500; ДОН 1200; СК – 5

Силосоуборочные комбайны КСК – 100; КПКУ – 75; «ВИХРЬ» КС – 1,8; КСС – 2,6

#### **3. Способы уборки зерновых культур, их экономическая оценка.**

Комбайновыми способами убирают преимущественно зерновые культуры. Различают два способа комбайновой уборки: однофазный или прямое комбайнирование, и двухфазный, или раздельное комбайнирование.

При прямом комбайнировании одной машиной (зерноуборочным комбайном) за один проход выполняются все уборочные операции: скашивание и сбор хлебной массы, обмолот ее, отделение зерна от соломы, отчистка зерна от мелких примесей и отдельный сбор зерна и не зерновой массы. Этот способ позволяет убрать урожай с минимальными затратами, однако целесообразно его использовать при уборке равномерно созревшей хлебной массы, на низкорослых и изреженных посева, на не засоренных полях.

*Раздельную уборку* осуществляют двумя машинами (жатками и комбайнами) за два прохода их по полю, т.е. за две фазы. За первую фазу их скашивают и укладывают в валки. За вторую фазу выполняют такие операции как подбор валков, обмолот их, отделения зерна от соломы, отчистка зерна отдельный сбор зерна, соломы и половы. Между первой и второй фазой уборки предусмотрен временный интервал от 3 до 8 дней.

Двух фазная уборка наиболее полно соответствует агробиологическим особенностям развития зерновых культур, а ее правильное применение обеспечивает сбор урожая с минимальными потерями при высоком качестве зерна. Однако двухфазная требует дополнительных затрат труда и средств.

*Некомбайновый способ* применяют для уборки некоторых сельскохозяйственных культур. Этот способ предусматривает сбор всей биологической массы или ее продуктивной части с последующей обработкой на стационаре. Преимущество некомбайнового способа – потери зерна исключаются, так как обмолот происходит на стационаре; поле сразу освобождается от соломы и готово для обработки почвы; с поля вывозят не только солому и зерно и семена сорняков; уборку можно проводить и при неблагоприятных погодных условиях.

Однако данного способа ограничено так для перевозки всей массы требуется очень большое количество транспорта в короткий промежуток времени. Для сушки массы необходимо иметь стационарные сушильные пункты.

#### **Агротехнические требования к уборке:**

Уборку зерновых, зернобобовых, крупяных и других культур следует проводить в наилучшие агротехнические сроки при обеспечении полного сбора урожая и наименьших затратах труда и средств.

Прямую комбайновую уборку начинают, когда примерно 95 % стеблей достигли полной спелости, а влажность зерна составила 14...17 %. Раздельную уборку проводят на участках с густотой не менее 250 растений на 1 м<sup>2</sup> и высоте растений более 0,6 м.

Высота стерни при скашивании хлебной массы в валки должна находиться в пределах 0,12...0,25 м. Ширина образуемого валка должна быть 1,4...1,6 м, толщина – 0,15...0,25 м.

Потери при скашивании прямостоячих хлебов не должны превышать 0,5 %, полеглых – 1,5, а при подборе валков – 1 %.

Чистота бункерного зерна должна быть не менее 96 %. Общие потери зерна за молотилкой комбайна допускаются до 1,5 % при уборке зерновых и до 2 % при уборке риса. Дробление семенного зерна не должно превышать 1 %, продовольственного – 2, зернобобовых и крупяных культур – 3, риса – 5 %.

#### **4. Система машин, технология работы зерноуборочных комбайнов, агротехнические и экономические показатели их работы.**

Машины для уборки зерновых культур делят на две группы: жатки – для скашивания и укладки хлебной массы в валки; зерноуборочные комбайны – для скашивания и обмолота хлебной массы.

**Валковые жатки** бывают прицепные, навесные и самоходные. Навесные жатки агрегатируют с зерноуборочными комбайнами, тракторами и самоходными шасси, прицепные – с колесными тракторами.

По назначению жатки делят на универсальные и специальные. Последние используют для скашивания конкретных культур. По расположению платформы с режущим аппаратом жатки бывают фронтальные и боковые. К фронтальным относятся навесные жатки, для работы которых не требуются предварительные прокосы.

В зависимости от способа формирования валка (рис. 1) различают одно-, двух- и трехпоточные жатки. Последние обеспечивают формирование хорошо связного валка, что позволяет сократить потери при подборе.

**Комбайны** классифицируют на самоходные, прицепные и навесные. Прицепные комбайны бывают моторные и безмоторные. Безмоторные комбайны приводятся в действие от ВОМ агрегатируемого трактора. По направлению потока срезанных стеблей зерноуборочные комбайны делят на Г-образные, прямоточные и Т-образные.

Комбайны различают по типу молотильно-сепарирующего устройства: с классической и аксиально-роторной схемами молотилки. Наиболее распространены самоходные комбайны с классической схемой молотилки.

Основной показатель работы зерноуборочного комбайна – пропускная способность, под которой понимают количество килограммов хлебной массы, обмолачиваемой в молотилке комбайна за одну секунду с соблюдением агротехнических требований. Пропускная способность зависит от конструктивных особенностей молотилки, ее размеров, обмолачиваемой культуры и ее состояния (влажности, соломистости, засоренности, урожайности и т.д.).

Следует отметить два основных направления развития комбайностроения: создание высокопроизводительных комбайнов для крупных хозяйств; создание малогабаритных зерноуборочных комбайнов для крестьянских и фермерских хозяйств. Малогабаритные комбайны выпускают моторные и безмоторные.

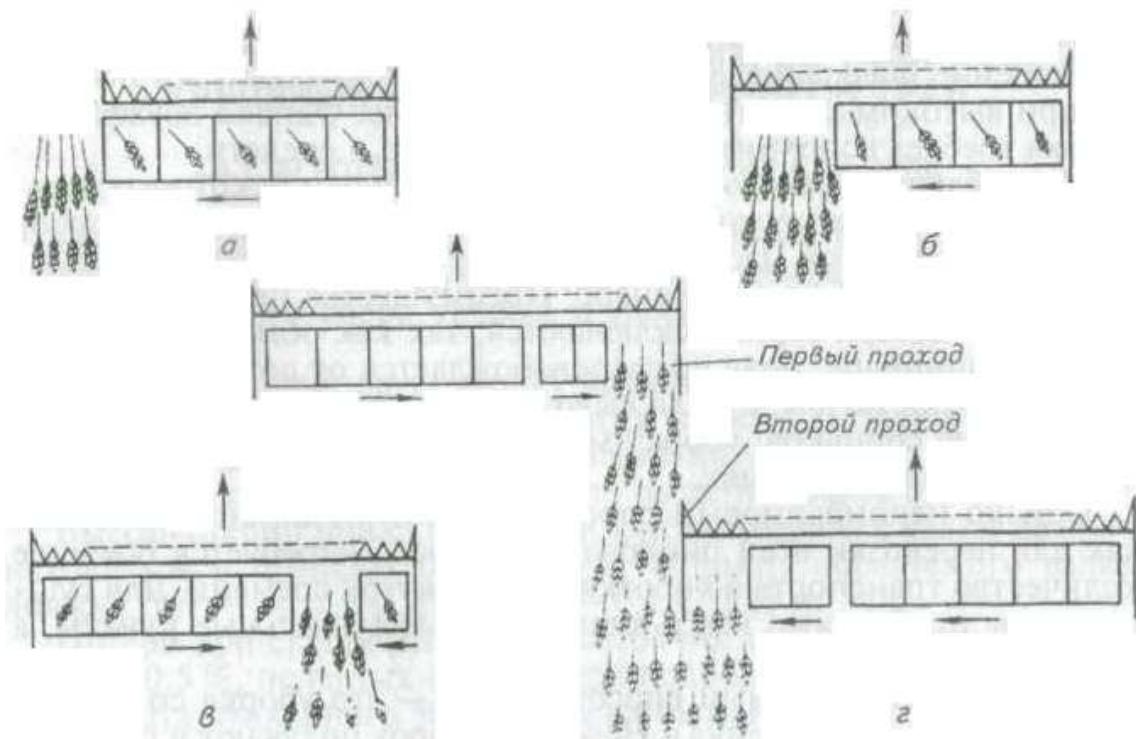


Рис. 1. Способы формирования валка:

а – однопоточный; б – двухпоточный; в – трехпоточный; г – сдвоенный валок.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).**

**Тема: «Архитектурно-планировочные решения животноводческих предприятий.»**

**2.1.1 Цель работы:** Ознакомиться и изучить: назначение, виды, размеры пческих ферм; Требования к Их планировке: (зоотехнические, е. противопожарные). Постройки для содержания животных; жижу производственных процессов, применяемых на фермах.

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Описать назначение, вид, размеры, концентрацию и специализацию ферм и комплексов.
2. Начертить генплан фермы (см. приложения).
3. Начертить план-разрез животноводческого помещения (см.приложения).
4. Дать схему производственных процессов на животноводческих объектах.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Методические указания
2. Плакаты
3. Макеты

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

##### **Виды и классификация ферм и комплексов, их концентрация и специализация**

*Животноводческие фермы* - это специализированные сельскохозяйственные предприятия, предназначенные для выращивания скота и производства продукции животноводства.

*Животноводческий комплекс* - предприятие, предназначенное для равномерного круглогодового производства продукции на основе применения промышленной технологии.

Животноводческие фермы и комплексы делят на следующие виды:

- по назначению - племенные и товарные. На племенных фермах улучшают существующие и выводят новые породы животных, на товарных - производят животноводческую продукцию;
- по подчиненности - комплексы республиканского и местного значения;
- по форме собственности - государственные, государственно- колхозные, межколхозные, колхозные;
- по источникам поступления кормов - на привозных кормах из государственных ресурсов и на кормах собственного производства;
- по основной специализации - по производству молока, говядины, свинины, шерсти, яиц и т.д.;
- по уровню специализации - с законченным технологическим циклом или специализированные на отдельных стадиях технологического цикла;
- по размерам - мелкие, средние, крупные;
- по виду содержащихся животных - фермы крупного рогатого скота, свиноводческие, овощеводческие, птицеводческие, зверофермы и др.

Размеры ферм колеблются в зависимости от назначения, специализации, концентрации, способа содержания и находятся в пределах указанных в таблице 1.1.

*Концентрация сельскохозяйственного производства* - процесс сосредоточения средств производства, рабочей силы, производства продукции во все крупные предприятия.

Значимость концентрации четко прослеживается в свиноводстве и птицеводстве. Так, на крупных птицефабриках производительность труда в 3...4 раза выше, а производство сельхозпродукции на 40...50% выше, чем на мелких птицефермах. Аналогично на крупных свиноводческих предприятиях.

*Таблица 1.1*

| Специализация комплексов   | Размеры комплекса по поголовью, тыс. гол |         |         |
|--|--|---------|---------|
|  | мелкие                                   | средние | крупные |
| 1 .Производство молока   | 0,4                                      | 0,8+1,2 | 1,6+2   |
| Выращивание ремонтного молодняка                                   | 1/2                                      | 3       | 6;9     |
| Производство говядины при откорме                                  | 3  | 5+6     | 10+12   |
| 2.Свиноводческие предприятия с законченным производственным циклом | 3;6;12                                   | 24;25   | 108;216 |
| Репродуктивные   | 0,3                                      | 0,6     | 1,2     |
| Откормочные  | 1;2;3                                    | 4;6;8   | 12;24   |
| 3.Овцеводческие, в том числе:                                      |  |         |         |
| Романовские  | 2;3                                      | 6       | 9       |
| откормочные  | 6; 12                                    | 18;24   | 30;40   |
| 4.Птицефабрики, в том числе:                                       |  |         |         |
| куры-несушки   | 50                                       | 100;60  | 1000    |
| поплита-бройлеры   | 300                                      | 600     | 10000   |

*Специализация* производства выражается в обособлении отраслей и производства с целью выпуска продукции одного вида.

При специализации эффективнее используются технологическое оборудование, передовые технологии и наиболее современные методы организации производства. В животноводстве различают следующие формы специализации: отраслевая, внутриотраслевая, хозяйственная и внутрифермерская.

Отраслевая (межотраслевая) специализация основана на разделении труда между животноводческими отраслями.

Хозяевственная специализация предусматривает разделение труда между отдельными сельскохозяйственными предприятиями ограничение видов продукции, производимой в каждом хозяйстве. Разделение труда распространяется не только на отдельные виды продукции (предметная специализация), но и на отдельные фазы производства, ранее выполняющиеся в одном хозяйстве, а нередко и на одной ферме. Наиболее широкую стадийную специализацию применяют в скотоводстве. Здесь отдельные производственные фазы производства выделяют в самостоятельные производства, в связи с чем образуют хозяйства, специализированные на производстве молодняка, доращивании и откорме молодняка.

*Внутрихозяйственная специализация* - разделении труда между отдельными подразделениями внутрихозяйственного предприятия.

Различают три основные формы внутрихозяйственной специализации: комплексная, предметная, стадийная.

При комплексной специализации в нескольких (например, в трех) отделениях хозяйства сочетаются производства молочного животноводства, кормовых культур, овцеводства.

*Предметная специализация* - производство в хозяйстве одновременно молока, свинины, картофеля и овощей.

Стадийную применяют в животноводческих и птицеводческих хозяйствах.

*Внутрифермерская специализация* предусматривает разделение труда внутри животноводческих ферм (комплексов) и выражается в размещении каждой половозрастной группы животных в отдельном помещении и здании.

### **Генеральный план фермы и требования к его проектированию**

Земельный участок для строительства фермы выбирается па ровной или с небольшим уклоном (3...5) территории, имеющей сток для дождевых и талых вод. Участок размещается с подветренной стороны относительно жилого массива, и должен отстоять от него на расстоянии не менее 200 м для фермы крупнорогатого скота и свиноводческой; 150 м для овцеводческой и 500 м - птицеводческой фермы.

Ферма располагается по рельефу ниже жилого сектора, а в пределах ее территории производственные постройки возводят ниже вспомогательных (за исключением навозохранилища).

Выгульные дворы размещают на южной стороне построек. Уровень грунтовых вод находится на глубине не менее 2,2,5 м.

При работе над проектом фермы особое внимание уделяют генеральному плану, который является одной из важнейших частей проекта современной фермы. На генеральном плане наносят технологические зоны фермы, показывая размещение на них построек и сооружений, транспортные коммуникации, инженерные сети (линии водопровода, канализации, электроснабжения и т.д.).

При проектировании генерального плана необходимо пользоваться санитарно-строительными нормами и правилами, санитарными зоотехническими и противопожарными нормами, имеющими силу ГОСТов.

### **Требования к отдельным элементам зданиям**

Животноводческие помещения необходимо строить на участке, имеющем прочный однородный сухой грунт, с осадкой под зданием не более 2-3 см.

*Фундамент* здания должен противодействовать действию влаги и низких температур и долговечным.

Фундаменты делают непрерывными (ленточными) по периметру во всех стенах или прерывистый в виде отдельных столбов. Наименьшая высота цоколя (верхняя часть фундамента, возвышающаяся над землей) 20-30 см. Чтобы предохранить стены от увлажнения, на внутренней поверхности между стенами и цоколем помещают пароизоляционный слой из водонепроницаемых пленочных покрытий (толь, рубероид).

Стены возводят из сухих, прочных, незамерзающих, малотеплопроводных, достаточно пористых и с хорошей воздухопроницаемостью материалов. Такими материалами может быть керамзитобетон, кирпич, железобетонные панели. Лучшими в теплотехническом отношении являются легкие или крупнопористые бетоны (ячеистый бетон).

Окна обеспечивают естественное освещение помещений, но как наружное ограждение они пропускают значительное количество теплоты. Окна с двойными рамами делают в родильных отделениях, профилакториях, свинарниках- маточниках. Это сокращает потери теплоты, на 70% и улучшает освещенность помещений за счет уменьшения образования льда стеклах.

*Потолки* делают из материалов низкой теплопроводностью и высокой влагоемкостью. Лучший материал - дерево.

*Полы* поднимают над уровнем земли на 15-20 см, настилая их непосредственно на утрамбованный грунт и влагозащитный слой. Полы бывают глинобитные, глинощебеночные, деревянные, кирпичные, бетонные, асфальтовые.. В последующее время применяют новые конструкции - из битуминизированных и керамических плит, полимербетона, керамзитобетона, резины, чугуна, стали, железобетона, пластмассы, агропорибетона.

Полы из агропорибетона наиболее эффективны в коровниках и свинарниках. По теплозащитным свойствам и прочности они превосходят деревянные полы.

Кровля делается из железа, шифера, черепицы, рубероида, камыша, щепы. При устройстве крыш необходимо учитывать требование - выдерживать тяжесть снежного покрова.

В качестве утеплителя используют стекловату, полистирол, пенопласт, фибролит и др. материалы слоем 12...18 см. С целью пожарной безопасности для совмещенной кровли применяют огнестойкие материалы: асбоцементные волнистые плиты, рулонные, армированные стекломатериалы.

*Ворота* и двери должны быть плотными, утепленными и хорошо пригнанными. Ворота оборудуют тамбурами, защищающими помещение от проникновения в него зимой холодного воздуха. Размеры должны обеспечивать быстрый выход животных в случае пожара и свободный проезд машин для раздачи корма.

### **Основные и вспомогательные постройки животноводческих хозяйств**

Каждая ферма представляет собой единый строительно- технологический объект, включающий в себя основные и подсобные и вспомогательные постройки и сооружения.

К основным производственным постройкам и сооружениям относят помещения для животных, родильные отделения, выгульно-кормовые площадки, доильные залы с преддоильными площадками, пункты искусственного осеменения.

Подсобными и производственными постройками считают кормоцеха, автоворесы, канализации, сооружения для водоснабжения, электро и теплоснабжения, внутренние проезды с твердым покрытием и ограничения фермы, кормохранилища, навозохранилища и площадки для хранения техники.

К вспомогательным относят служебные и бытовые помещения. Для содержания сельскохозяйственных животных предназначены коровники, телятники, свинарники, овчарни.

Коровники сооружают на 200 и 400 голов для привязного и беспривязного содержания животных.

При привязном содержании каждое животное находится в отдельном стойле, оборудованном привязью, кормушкой, автопоилкой, системой механизации раздачи корма, удаления навоза и доения; норма площади пола для одной коровы  $8 \dots 10 \text{ м}^2$ .

При беспривязном содержании внутри помещения устраивают логово, где отдыхают животные. В пределах логова устанавливают групповые автопоилки; норма площади пола для одной коровы  $3 \dots 6 \text{ м}^2$ . Животных кормят на кормовой или выгульной площадке вне помещения, доят в молочно-доильном блоке, который обычно размещается в пристройке, примыкающей к коровнику.

Широкогабаритные коровники имеют размеры от 72x21 до 114x27 м, в них предусмотрены широкие проходы для проезда мобильных кормораздатчиков и монтажа других машин с целью комплексной механизации производственных процессов.

Телятники строят, как правило, на 200 голов, совмещая их с родильным отделением. Телят в возрасте до 10... 14 дней содержат в индивидуальных клетках изолированного профилактория, до двух месяцев - в групповых станках на 4...6 гол. и старше двух месяцев - в групповых станках на 10... 15 гол. В откормочных хозяйствах

крупного рогатого скота молодняк содержат беспривязно и размещают в секциях по 50...60 животных одного возраста (с нормой площади пола 3,5... 4 м в расчете на одну голову).

*Свиарники* подразделяют на свинарники-маточники и свинарники- откормочники.

В свинарниках-маточниках содержат холостых и супоросных маток в групповых станках по три матки с поросятами до двухмесячного возраста и индивидуальных станках по одной матке с поросятами до двухнедельного возраста. Типовые проекты свинарников-маточников разработаны на 50 и 100 свиноматок. Животных кормят из кормушек, устанавливаемых в станках со стороны прохода и заполняемых кормом из мобильного кормораздатчика. Навоз из станков сгребают в желоб и конвейером удаляют из помещения в навозохранилище или транспортное средство.

*Свиарники-откормочники* на 1000,2000 и 3000 гол. планируют в зависимости от способов содержания и типов кормления свиней. При крупногрупповом безвыгульном содержании с кормлением свиней сухими и зелеными кормами внутри свинарника-откормочника размещают стационарный кормораздатчик, автопоилки и под решетками - конвейер для удаления навоза. Остальное место в свинарнике отводят под логова. Норма площади пола на одно животное 0,65...0,7 м<sup>2</sup>, из которой на логово приходится 0,45... 0,5 м<sup>2</sup>. При крупногрупповом свободно-выгульном содержании и полу жицком кормлении свиней вся площадь свинарника представляет собой логово, а кормят животных из самокормушек в «столовых».

Навоз убирают только с выгульных: площадок. Норма площади поила на одно животное 0,2...0,4 м<sup>2</sup> в зависимости от возрастных групп. Для выхода свиней на выгульную площадку и «столовую» устраивают лазы из расчета один лазы размером 70x70 см на 200 гол. Ври мелкогрупповом безвыгульном содержании, характерном для животноводческих комплексов промышленного типа, свиней размещают группами по 20..30 в станках.

Овчарни строят для пастбищно-стойлового содержания овец, если нет зимних пастбищ. Овчарни внутри делят перегородками на помещения, где содержатся разные группы и категории овец. Норма площади пола на одно животное, м<sup>2</sup>\*: овцематку при окоте - 1,1...2,0, барана - 1,8...2,5, валуха - 0,7...0,9, молодняка - 0,6...0,8. Корма раздают мобильными или стационарными кормораздатчиками. Навоз с соломенной подстилкой убирают один-два раза в год скребками бульдозерами.

При выборе типового проекта производственного здания предусматривают следующие зоотехнические и инженерные требования: применение прогрессивной технологии содержания и кормления животных, повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции, внедрение эффективней механизации.

## **Общая характеристика производственного процесса**

Производственный процесс - совокупность операций, связанных между собой по времени, месту и назначению, последовательное выполнение которых превращает исходный предмет труда в конечный продукт.

Основной производственный процесс в животноводстве по своей природе является биологическим, поэтому общая продолжительность его определяется длительностью последовательно протекающих фаз физиологического развития. Так, в молочном скотоводстве выделяются технологические различные процессы: содержания дойных коров (промышленное дойное стадо) в основном производственном помещении - коровнике, содержание сухо-стойких коров в особом отделении коровника или в отдельном помещении, содержание стельных коров в родильном отделении, содержание новорожденных телят в профилактории (15...20 дней).

Основной производственный процесс представляет собой совокупность циклически повторяющихся биологических процессов разной деятельности. Каждый биологический процесс рассматривается в зоинженерной части технологии с целью

определения зооветеринарных требований к системе или технологии, а также к средствам инженерно-технического обеспечения.

Все процессы в животноводстве подразделяют на биологические, технологические, транспортные, энергетические, информационные и кибернетические.

По виду потоков различают процессы: непоточные непрерывные, поточно-непрерывные (циклические) и поточные прерывные (апериодические).

К *поточным непрерывным* относятся, главным образом, биологические процессы с длительными циклами, например, прирост живой массы животного (привес), воспроизводительные процессы (стельность, супоросность), отрастание шерсти у овец, процесс молокообразования и другие.

К *поточным непрерывным* большинство технологических процессов, циклически повторяющихся в пределах определенного интервала времени. Например, в течение суток строго циклично протекают процессы кормления, доения и другие, обусловленные распорядком дня фермы.

В зависимости от природы звеньев, составляющих биотехническую или технологическую систему, технологические процессы делятся на биотехнологические, (О-М-Ж/С), при осуществлении которых имеет место непосредственное воздействие технических средств на животных (птицу, зверей, пчел); технические - с сильным взаимодействием с внешней средой при наличии прямых и обратных связей (например, переработка навоза, вентиляция и др.) и технические, слабо связанные с внешней средой (приготовление корнов в кормоцехе и др.).

К *поточно-прерывным* относятся процессы переработки материалов на машинах периодического действия (смешивание кормов, запаривание соломы и др.).

*Непоточные прерывные* процессы осуществляются не циклически, а апериодически, например, поение животных, по мере появления у животных жажды, или отопление и вентиляция помещений в зависимости от параметров наружного воздуха.

В связи с необходимостью перемещать значительные количества кормов, подстилки, навоза и самих животных важную роль на комплексах играют транспортные процессы, которые осуществляются с помощью внешнего и внутреннего (внутрицехового) транспорта. Внешний транспорт реализует самостоятельные материальные грузопотоки, не связанные с распорядком дня в животноводческих помещениях. Разгрузка перевозимых грузов проводится в стационарные емкости - хранилища большой вместимости.

По характеру выполняемых работ транспортные процессы могут быть собиральными (уборка трав, корнеплодов и др.), распределительными (вывозка удобрений на поля, доставка кормов со склада и др.) и собственно транспортными (отправка готовой продукции к местам сбыта; доставка грузов от поставщиков и др.).

К технологическим процессам относятся такие, в результате которых происходит качественное или количественное изменение предмета труда. Поэтому главную роль в технологических процессах инженерно-технического характера играют материальные потоки. В зависимости от принятой технологии содержания животных направление материальных потоков может быть самым разнообразным. Так, при стационарном размещении животных (привязном или клеточном содержании) все предметы труда (корм, вода, подстилка и др.) подаются к местам расположения животных, а получаемый продукт отводится от них к месту сбора.

При беспривязном или свободно-выгульном содержании сами животные перемещаются к стационарно расположенным местам обслуживания (доильные площадки, кормовые столы, стригальные пункты и др.).

По продолжительности циклов технологические процессы могут быть также весьма разнообразными. Наиболее длительны (недели, месяцы, годы) процессы связанные с воспроизводством или откормом скота. В то же время большинство процессов по ежедневному обслуживанию животных весьма кратковременны, например, цикл доения

коровы 6.. .8 мин, раздача кормов - 15...20 мин. и др. Кроме того, следует различать время обслуживания одного животного и производственной группы животных. С точки зрения эффективного использования средств механизации наибольшее значение имеют процессы группового обслуживания животных.

Операции можно разделить на основные, вспомогательные и обслуживающие. При комплексной (полной) механизации все производственные процессы на ферме целиком выполняются системой машин. При частичной механизации машины выполняют основные операции производственных процессов или отдельных производственных процессов.

**Контрольные вопросы:**

1. Сущность животноводческого объекта.
2. Чем отличается ферма от комплекса?
3. Перечислите положительные и негативные стороны концентрации и специализации ферм.
4. Какие требования, предъявляются к земельному участку при строительстве фермы?
5. На каком расстоянии должны находиться птицефермы относительно жилого массива?
6. Что доказывает на генплане фермы?
7. Перечислите, что относится к основным производственным постройкам.
8. Дайте определение производственного процесса.
9. Перечислите основные свойства строительных материалов и сделайте их определения.
10. Какие требования предъявляются к основным элементам животноводческих помещений?

## **2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).**

**Тема: Устройство и эксплуатация кормоприготовительных машин: ИГК-ЗОБ; АЗМ-0,8.**

**2.2.1 Цель работы:** Изучить устройство, процесс работы, регулировки и правила эксплуатации измельчителей грубых кормов. Изучить устройство, процесс работы, регулировки и правила эксплуатации агрегата для приготовления заменителя молока.

### **2.2.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение, область применения и характеристику измельчителей.
2. Изучить устройство и процесс работы машин и их рабочих органов.
3. Вычертить технологическую схему работы измельчителя кормов
4. ИГК-ЗОБ.
5. Ознакомиться с правилами эксплуатации.
6. Выполнить регулировки и произвести настройку машин.
7. Оформить отчет.

### **2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

измельчитель кормов ИГК-ЗОБ,

агрегат для приготовления заменителя молока АЗМ-0,8

учебные плакаты,

методические указания к работе,

набор инструментов,

мерная линейка

### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

Измельчители ИГК-ЗОБ, ИГК-Ф-4 и ИУ-Ф-10 относятся к основной группе машин для измельчения грубых кормов. Измельчающий аппарат ИГК- ЗОБ штифтового типа, полностью унифицированы и обеспечивают высокое качество измельчения. Рабочий орган измельчающего аппарата выполнен в виде ротора-диска с закрепленным на нем клиновидными штифтами в три ряда. Противорежущая часть (неподвижный диск) несет на себе два ряда штифтов, расположенных концентрично и входящих в промежутки между штифтами ротора. При работе соломы, проходя между неподвижными и подвижными штифтами измельчающего устройства, разрывается и расщепляется вдоль и поперек волокон.

Таблица.1. Техническая характеристика измельчителя

| Показатели                                     | ИГК-ЗОБ |
|--|---------|
| <i>Производительность при измельчении, т/ч</i> |         |
| соломы   | 0,8     |
| зеленой массы                                  | 3       |
| зерна  | —       |
| <i>Мощность привода, кВт</i>                   | 30      |
| <i>Измельчающий аппарат</i>                    | —       |
| <i>Диаметр ротора, мм</i>                      | 1000    |
| <i>Длина ротора, мм</i>                        | 82      |
| <i>Количество штифтов, шт.:</i>                |         |
| <i>на неподвижном диске</i>                    | 66      |

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| <i>на роторе (подвижном диске)</i> | 100  |
| <i>Частота вращения, мин</i>       | 1124 |
| <i>Габариты, мм:</i>               |      |
| <i>Длина</i>                       | 3325 |
| <i>Ширина</i>                      | 1350 |
| <i>Высота</i>                      | 3500 |
| <i>Масса, кг</i>                   | 1320 |

Измельчитель грубых кормов ИГК-ЗОБ предназначен для измельчения соломы, сена, сухих кукурузных стеблей и других грубых кормов с расщеплением их вдоль волокон, применяется на фермах КРС.

ИГК-ЗОБ имеет большую производительность, измельчает солому повышенной влажности (до 30%) и обеспечивает высокое качество измельчения. Измельчитель выпускается в двух исполнениях: навесной - на трактор «Беларусь» — ИГК-ЗОБ-1 и стационарный, с приводом от электродвигателя — ИГК-ЗОБ-2.

Измельчитель (рис. 1) состоит из сварной рамы, на которой крепят питатель с приемной камерой 9, измельчающий аппарат, дефлектор 6 с механизмом поворота и электрооборудования с пусковой аппаратурой.

Питатель имеет горизонтальный 11 и наклонный 10 транспортеры, которые обеспечивают уплотнение сырья и его равномерную подачу в измельчающий аппарат. Наклонный транспортер совершает колебательные движения относительно оси ведущего вала. Привод транспортеров осуществляется от вала ротора 4 через клиновременную передачу, червячный редуктор, промежуточный вал и цепные передачи. На промежуточном валу установлена муфта отключения питателя.

Приемная камера предназначена для подачи корма в измельчающий аппарат и удаления инородных включений. Она состоит из корпуса и обечайки. Для предотвращения накопления корма в корпусе установлен отражатель 2. Вверху цилиндрической части камеры находится люк для осмотра и очистки камеры, а внизу — окно для удаления тяжелых включений, попадаемых с измельчаемым кормом.

Измельчающий аппарат состоит из рамы, ротора 4 с лопatkами 1 и лопастями 3, диска 8, отсекателя и привода с электродвигателем. Рама — сварной конструкции, образует измельчающую камеру, состоящую из стенок и обечайки. На обечайке имеется четыре люка. К передней стенке приварен фланец, к которому подсоединяют привод. К задней стенке камеры при помощи прижимов крепят неподвижный диск 8. Непосредственно измельчитель представляет собой два диска: неподвижный 8 и вращающийся 7, на которых установлены штифты. На вращающемся диске по концентрическим окружностям закреплены три ряда, а на неподвижном — два ряда штифтов, которые в поперечном сечении имеют клинообразующую форму и установлены заостренной гранью вперед по ходу вращения.

Кожух измельчающего аппарата имеет патрубок для отвода измельченной массы и крепления выгрузной трубы, на которой крепят дефлектор.

Дефлектор 6 с механизмом поворота предназначен для транспортировки измельченной массы и подачи ее к месту выгрузки. Его крепят к обойме переходника измельчающего аппарата, что обеспечивает поворот дефлектора рукояткой на 360°. На верхнем конце дефлектора установлен направляющий козырек 5 для равномерного

распределения массы в загружаемую емкость. Фланец корпуса крепят к фланцам переходника тремя болтами. Дефлектор можно установить в транспортное положение, опустив его верхнюю часть вниз.

Электрооборудование состоит из электродвигателя, электроаппаратного шкафа, клеммной коробки и индикатора нагрузки. В шкафу смонтирована аппаратура пуска и защиты электродвигателя. Индикатор нагрузки в специальной металлической рамке закреплен на питателе и состоит из кнопочного поста управления и амперметра. При полной загрузке измельчителя показания амперметра не должны превышать 55 А.

Принцип измельчения соломы штифтами в дисковом измельчителе ИГК-ЗОБ (излом, разрыв, перетирание при окружающей скорости штифтов 42 — 48 м/с) основан на использовании свойств ломкости и хрупкости сухих стеблей. Посторонние примеси из соломы удаляются в промежутках шириной 200 - 300 мм между транспортером 3 и камерой измельчения. Поступающая солома втягивается в камеру измельчения воздушным потоком, создаваемым штифтовым диском, а более тяжелые включения падают в указанный промежуток.

Солома при повышенной влажности теряет свойство хрупкости, стебли ее не ломаются, трудно поддаются разрыву и перетиранию, поэтому работа штифтового измельчителя ИГК-ЗОБ затруднена: стебли зависают на штифтах и тормозят диск, падает производительность с 3 до 0,8 т/ч, а энергоемкость процесса возрастает с 7,2 до 16 кВт ч/т. недостатком машины является ручная загрузка (необходимо 3 — 5 чел.) и ограниченность расстояния пневмоподачи готового корма (3,5 м), что недостаточно для транспортировки к местам переработки в кормоцехе.

Грубый корм, подлежащий измельчению, равномерно подают на нижний горизонтальный транспортер 11 питателя. Далее корм поступает под верхний наклонный транспортер 10, уплотняется и подается в приемную камеру, где отделяются инородные предметы (камни, комки земли, металлические и другие включения). Корм подхватывается всасывающим воздушным потоком и направляется в измельчающую камеру. Проходя между штифтами 7 ротора 4 и неподвижного диска 8, корм измельчается, расщепляясь вдоль и поперек волокон. После этого измельченная масса воздушным потоком и лопатками 1 ротора 3 выбрасывается из камеры в дефлектор 6 и регулирующим козырьком 5 направляется на выгрузку. Измельчитель включают и выключают кнопкой управления, а питатель - рычагом, при перемещении рычага в направлении приемной камеры питатель отключается.

Подготовка и включение измельчителя в работу.

При включении измельчителя необходимо установить рукоятку автоматического выключателя в положение «Включено». Нажатием кнопки «От себя» включить муфту питателя, установить дефлектор и козырек в требуемое положение. Дать сигнал пуска измельчителя. Нажать кнопку, расположенную на индикаторной рамке, и включить электродвигатель. Перемещением рычага «На себя» включить питатель, постепенно загружая корм. Нагрузку электродвигателя контролируют по амперметру индикатора. Максимальное отклонение стрелки амперметра не должно превышать 55А (до темной жирной черты). В случае отклонения стрелки за указанные пределы нужно немедленно выключить питатель и включить вновь, когда стрелка амперметра будет показывать менее 50А.

По окончании измельчения выключают питатель и, дождавшись полного освобождения измельчающей камеры от корма, нажатием кнопки «Стоп» отключают электродвигатель от сети. Все внутренние и наружные поверхности измельчителя очищаются от остатков корма и загрязнений.

Производительность измельчителя (т/ч) определяют по формуле

$$Q=3,6 \text{ аср } b v_{Tr} p e,$$

где аср — среднее расстояние между подающим горизонтальным и наклонным транспортерами, м; b — ширина горловины, м; v<sub>Tr</sub> — скорость питающих транспортеров,

$\text{м/с}$ ;  $\rho$  — плотность корма,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $e$  — коэффициент скольжения корма по транспортеру ( $0,96 \dots 0,98$ ).

Значения  $a_{sp}$  и  $v_{xpr}$  берут из технической характеристики,  $\bar{t}$  определяют измерением на машине,  $\rho$  задает преподаватель.

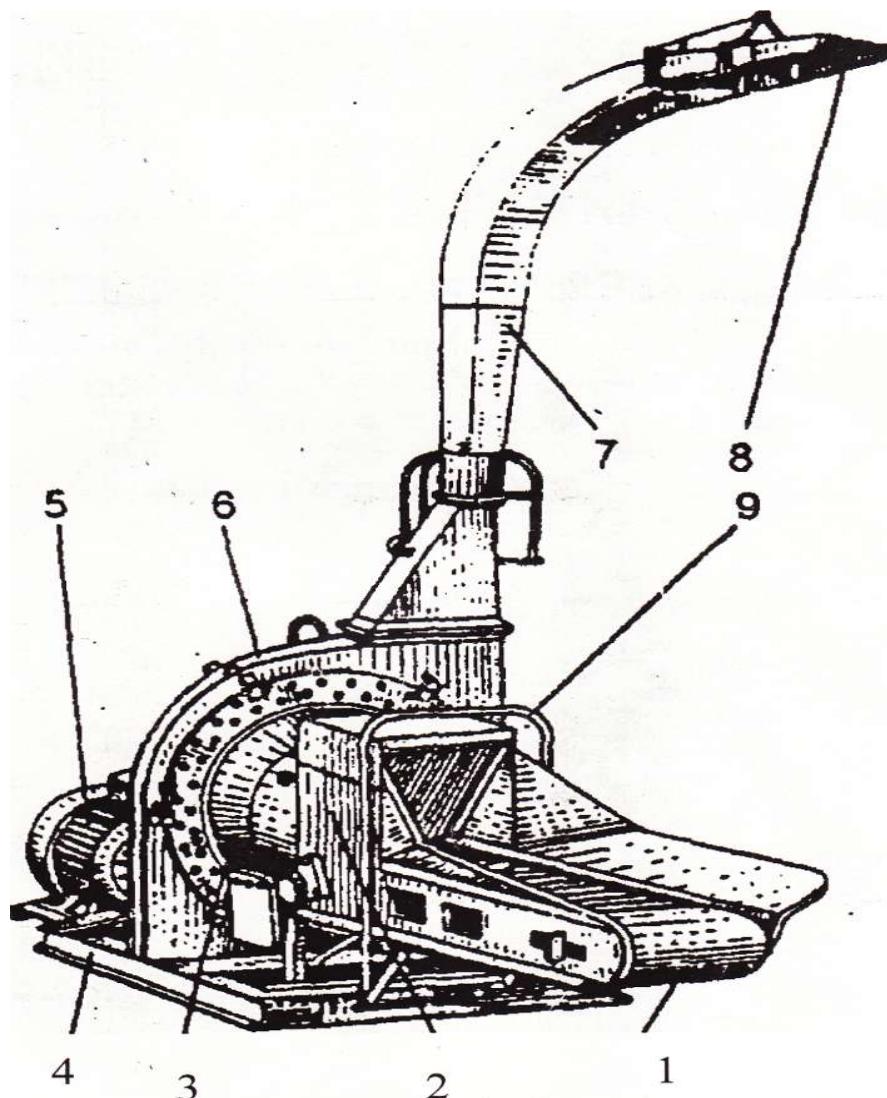


Рис. 1 Общий вид измельчителя грубых кормов

1 - нижний транспортеры подающий транспортер; 2 - приемная камера; 3 - рабочая камера; 4 - фундамент; 5 - электродвигатель; 6 - ; 7 - дефлектор; 8 - регулирующий козырек; 9 - реверс.

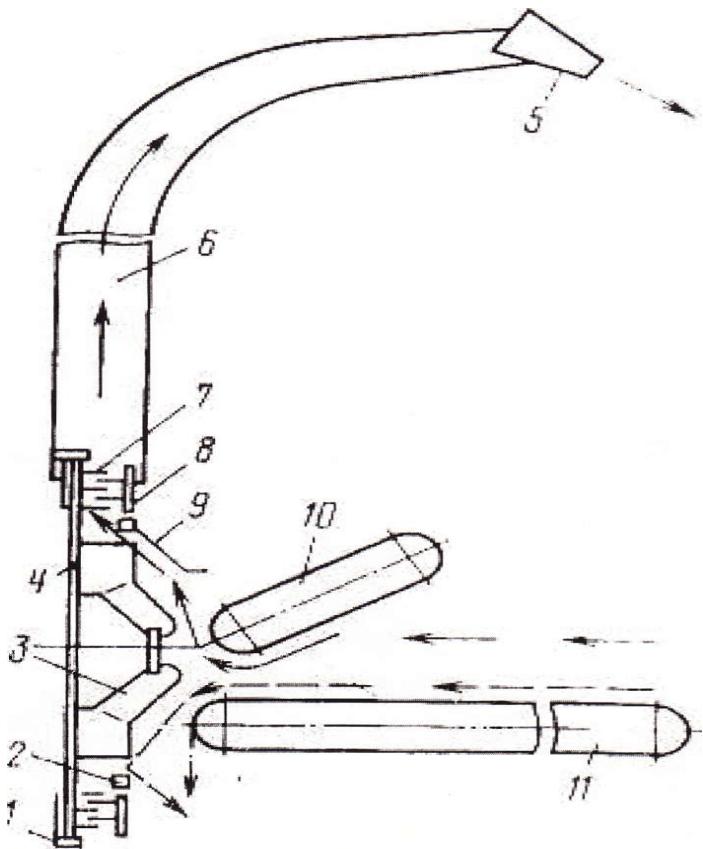


Рис.2 Технологическая схема ИГК-ЗОБ

1 — лопатка; 2 — отражатель; 3 — лопасть ротора; 4 — ротор; 5 — регулирующий козырек; 6 — дефлектор; 7,8 — вращающийся и неподвижный диски с штифтами; 9 — приемная камера; 10, 11— верхний уплотняющий и нижний транспортеры.

#### Технологический процесс.

При работе измельчителя корм загружается на питатель вручную, а при использовании его в линиях кормоцехов для приготовления грубых кормов загрузка обеспечивается кормораздатчиком КТУ-10А с электроприводом или другими бункерами-дозаторами. Величина подачи корма контролируется по загрузке электродвигателя.

#### Регулировки

1. Изменением длины тяги регулируют подачу рычага включения питателя так, чтобы при его вертикальном положении подвижная кулачковая полумуфта привода включалась в торцевую шайбу промежуточного вала.

2. Необходимо отрегулировать натяжение: подающих транспортеров регулировочными болтами, при этом стрела провисания нижнего транспортера 10-20 мм, а верхнего - 5-10 мм, (неравномерное натяжение правой и левой сторон транспортера не допускается); приводных цепей - звездочками, в итоге стрела провисания длинной цепи 10-15 мм, короткой цепи — 8-10 мм; клиноременной передачи - натяжным шкивом; натяжение троса регулируется так, чтобы при верхнем положении козырька трос не провисал и не имел изгибов.

3. Настройка измельчителя на работу зависит от влажности грубых кормов. При измельчении кормов влажностью более 18% уменьшают подачу их на загрузчик-питатель. Если влажность более 20%, снижают скорость питателя путем перестановки звездочек: на первичный вал редуктора устанавливают звездочку 2=15 зубьев, на промежуточный - 2=20.

В комплект измельчителя ИГК-ЗОБ входит 25 лопастей, которые устанавливают при измельчении влажной соломы и снимают при обработке сухой. На роторе лопасти размещают так, чтобы число штифтов между соседними лопастями было одинаковым с обеих сторон: по внешнему ряду — 19, внутреннему — 9. Стержни штифтов, к которым крепятся лопасти, должны выступать за границы гаек (с пружинными шайбами) не менее чем на одну нитку резьбы.

#### Вопросы для контроля

1. В чем заключается особенность процесса измельчения грубых кормов штифтовыми рабочими органами?
2. Перечислите основные узлы измельчителя ИГК-ЗОБ.
3. Как влияет влажность корма на процесс измельчения?
4. Как настроить измельчитель ИГК-ЗОБ на работу с кормами повышенной влажности (20-30%)?
5. Как определить производительность измельчителя

### АГРЕГАТ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АМЕНИТЕЛЯ МОЛОКА АЗМ-0.8А

#### *Основные технические данные*

Тип - стационарный.

|   |          |       |                   |
|---|----------|-------|-------------------|
| Способ приготовления                          | продукта | -     | порционный.       |
| Количество продукта в одной порции            |          |       | 800 ± 20 кг       |
| Продолжительность                             | полного  | цикла | приготовления     |
| продукта                                      |          |       | не более 3,5 часа |
| Рабочая вместимость смесителя                 |          |       | 820 л.            |
| Расход пара для приготовления порции продукта |          |       | не более 100 кг.  |
| Температура нагрева продукта                  |          |       | 90 °C             |
| Давление пара при запаривании кормов          |          |       | не более 68,6 кПа |
| Установленная мощность                        |          |       | 5,65 кВт          |
| Габариты агрегата                             |          |       | 2360x1295x2630    |

#### *Методические указания по выполнению работы.*

Агрегат АЗМ-0.8А предназначен для приготовления заменителя молока в виде коллоидно-дисперсных пищевых эмульсий, скармливаемых телятам и другому молодняку животных, а также смешиивания, подогрева и осолаживания заменителя цельного молока и как водонагреватель для подогрева воды для технических нужд. Агрегат рекомендуют применять в комплекте с установкой для выпойки телят.

Агрегат состоит из смесителя-запарника 8 (рис.1), загрузочного бункера 2, загрузочного шнека 7, бака 14 для жировых смесей и биостимуляторов, фильтра 23, насоса-эмульсатора 20, системы трубопроводов с арматурой 3,4,19,24,27 для пара и воды, электродвигателей привода насоса-эмульсатора, шнека 7 и электродвигателя 11 привода лопастной мешалки, пусковой и защитной аппаратуры, а также контрольно-измерительных приборов 17 и 16.

Смеситель-запарник 8 представляет собой терmostатированную цилиндрическую емкость, состоящую из наружного корпуса и внутреннего цилиндра. Корпус изготовлен из конструкционной стали, а цилиндр из листовой нержавеющей стали. Образующаяся между цилиндром и корпусом термоизолирующая рубашка толщиной 23 мм служит для теплоизоляции при приготовлении смеси и охлаждения ее до требуемой температуры при выпойке телятам или другому молодняку животных. При приготовлении заменителя молока пространство между цилиндром и корпусом заполнено воздухом, а при охлаждении через него пропускается холодная вода. Внутри емкости находится лопастная мешалка 5. Привод мешалки осуществляется от электродвигателя 11 через цилиндрический редуктор, смонтированный на раме крышки 12 смесителя. На внутренней поверхности цилиндра на специальных кронштейнах укреплены две лопасти.

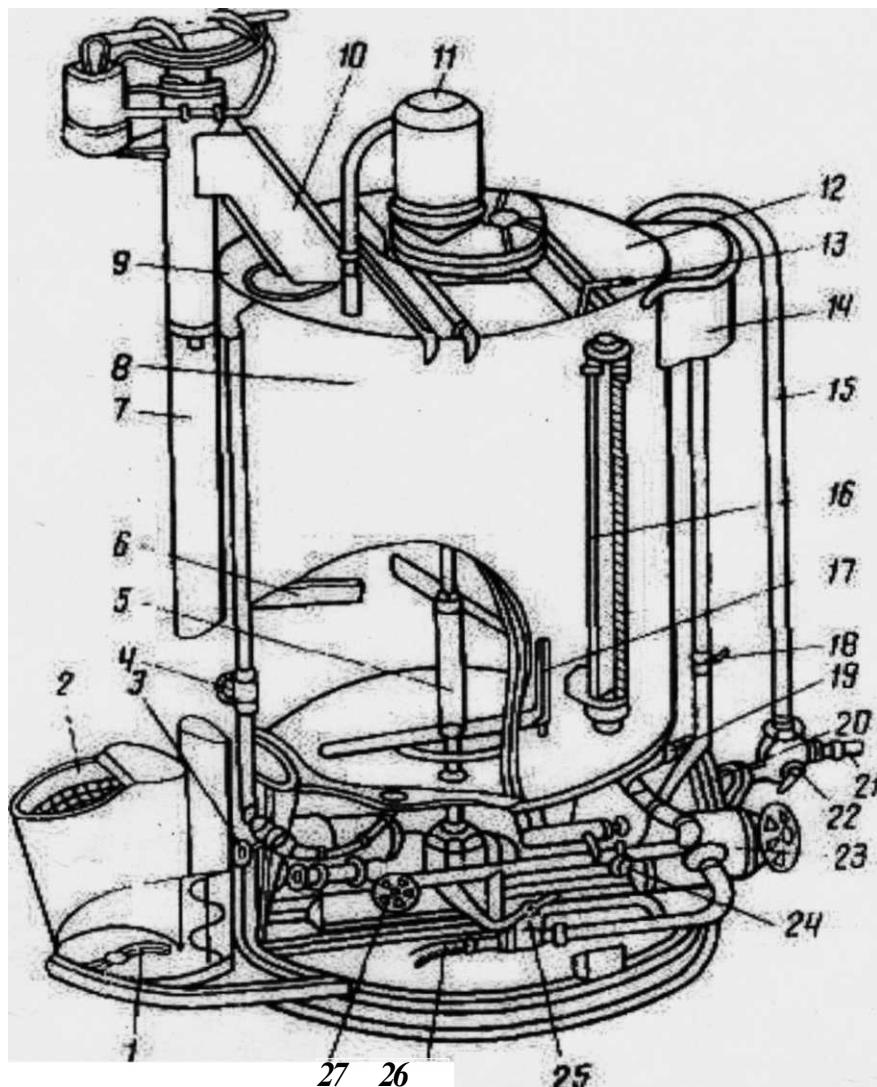


Рис.1. Общий вид АЗМ-0.8

Смеситель-запарник имеет сегментную крышку 12 с устройством 13 для ее фиксации в открытом положении и приемную горловину, закрываемую заслонкой 9. На корпусе смесителя установлен указатель уровня 16 и термометр 17.

Загрузочное устройство состоит из загрузочного бункера 2 с мешалкой 1, шнека 7 и кожуха 10. Приемный бункер сверху закрыт сеткой, предохраняющей от попадания посторонних предметов. Шнек установлен вертикально и приводится в работу от электродвигателя через клиноременную передачу. Привод мешалки осуществляется от нижнего конца вала шнека через одноступенчатый цилиндрический редуктор.

Насос-эмульсатор 20 предназначен для эмульсирования смеси, подачи обезжиренного молока в смеситель, выдачи готового продукта, очистки и дезинфекции кормопроводящих трубопроводов и каналов от остатков кормосмеси.

Он состоит из корпуса, крышки, вала с крыльчаткой, подвижного и неподвижного дисков с пальцами и рассекателями. Привод насоса осуществляется от индивидуального электродвигателя. Корпус эмульсатора и крышка образуют пространство, разделенное неподвижным диском на две камеры. В первой камере вращается крыльчатка, создающая напор, необходимый для проталкивания смеси через рабочую камеру. Подвергаясь интенсивным ударам и перемешиванию, дисперсная фаза первичной эмульсии

измельчается на мельчайшие частицы жира. Вторичная тонкодисперсная (коллоидная) эмульсия по главному трубопроводу подается животным.

Бачок 14 предназначен для смеси растительных и животных жиров, биостимуляторов (микроэлементов, антибиотиков). Он сварен из нержавеющей стали. Нижняя часть бачка заканчивается патрубком, к которому крепят трубопровод, соединяющий его с всасывающей полостью насоса-эмульсатора. На трубопроводе установлен кран 18, которым регулируют подачу жировой смеси из бачка.

*Фильтр 23* предназначен для предотвращения попадания в насос-эмульсатор и трубопроводы инородных тел. Он состоит из корпуса, фильтрующего элемента и быстросъемной крышки, закрепленной к корпусу специальной скобой с маховиком.

## *Технологический процесс.*

При приготовлении заменителя молока в смеситель заливают 400 л воды, включают мешалку 5 (рис. 2), открывают заслонку и включают шnek 7 загрузки комбикормов в смеситель 8. После загрузки требуемого по рациону корма отключают шnek 7, закрывают заслонку и подают пар. При этом открывают вентиль 27 и следят за температурой смеси по термометру. Смесь нагревают до 85...90°C и выдерживают при этой температуре в течение 1 ч. Процесс осолаживания (пропаривания) растительных компонентов комбикормов начинается при 70°C. Для ускорения этого процесса через каждые 10...15 мин включают мешалку на 4...5 мин.

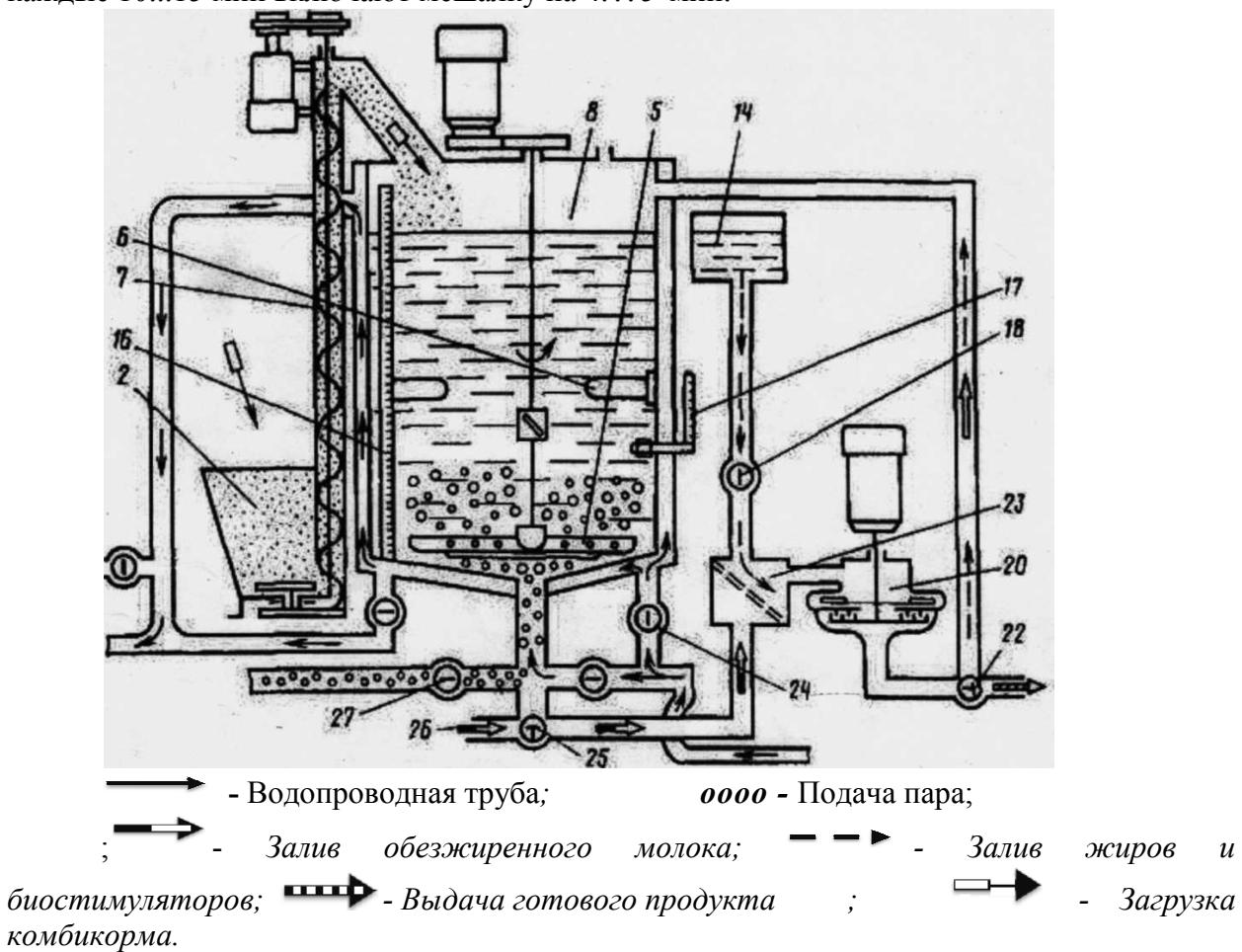


Рис.2. Технологическая схема АЗМ-0.8

Обезжиренное молоко насосом-эмульсатором 20 закачивают в емкость смесителя 8, количество которого контролируют по указателю уровня 16. При добавлении молока в горячую осоложенную смесь происходит его пастеризация в течение 10..15 мин. Затем включают насосэмульсатор, открывают вентиль 24 и подают холодную воду в термостатированную рубашку смесителя.

При снижении температуры кормовой смеси с 85...90°C до 50...55°C вентиль холодной воды закрывают. На подогретом обезжиренном молоке или кипяченой воде готовят смесь из растительных и животных жиров, витаминов, микроэлементов и антибиотиков и заливают ее в бачок 14. Краны 18, 22 устанавливают для работы системы по замкнутому циклу (*смеситель — эмульсатор — смеситель*).

При этом основная смесь из смесителя 8 засасывается насосом-эмulsionатором и подается обратно с одновременным засасыванием из бака 14 жиров и витаминов, которые диспергируются на мелкие (коллоидные) частицы и, равномерно распределяются по всему объему кормовой смеси.

Эмульсирование длится 15...20 мин до полного выхода жировой фракции из бачка 14. Кран 18 закрывают и, не включая мешалку 5, открывают вентиль 24 впуска холодной воды в терmostатированную рубашку агрегата и охлаждают готовый продукт (ЗЦМ) до температуры 36...39°C.

Затем включают мешалку и переключают установку на выдачу готового продукта через гибкий рукав 26 во фляги или другие приемные емкости.

При механизированной выдаче и выпойке телят рукав агрегата через трехходовой кран 22 подключают к трубопроводу для забора продукта, например УВТ-20. Кран 22 устанавливают в положение «*Эмульсатор — выдача*», а кран 25 в положение «*Смеситель — эмульсатор*» и включают насос 20.

#### ***Ежедневное техническое обслуживание.***

После каждой выдачи готового продукта необходимо тщательно промыть и продезинфицировать все кормопроводящие трубопроводы, краны, фильтры и емкости агрегата. Процесс промывки включает следующие операции: ополаскивание теплой водой для удаления остатков кормо-смеси; промывку моющим раствором и ополаскивание горячей водой для удаления остатков моющих средств. Для ополаскивания в емкость смесителя 8 заливают 50 ... 60 л теплой воды при температуре 30...40 °C.

Трехходовые краны 22 и 25 устанавливают в положение для перекачки воды насосом-эмulsionатором из емкости смесителя по циркуляционно-замкнутой схеме и прокачивают воду в течение 3...5 мин. После ополаскивания переключают кран 25 в положение «*На сброс*» и сливают воду в канализацию.

Для очистки внутренних кормопроводов в емкость смесителя заливают 100 л воды при температуре 60...65°C и в работающий агрегат по циркуляционно-замкнутому циклу промывки засыпают 200...300 г моющее - дезинфицирующего средства МСЖ-ЗС или МСЖ-1. Моют в течение 5...10 мин и одновременно вручную щеткой, предварительно открыв крышку 12, очищают внутренние поверхности емкости смесителя 8 и бачка 14.

После окончания очистки использованный раствор сливают, агрегат ополаскивают чистой горячей водой при температуре 50...60°C в течение 3...5 мин.

При использовании высокоэффективных средств типа МСЖ ежедневная разборка фильтра необязательна. При ТО-1 фильтры очищают через 60 ч работы агрегата. После очистки фильтра и сетки этим же раствором очищают и моют щеткой сильно загрязненные наружные поверхности агрегата.

Кроме очистки, при ТО-1 проводят наружную очистку агрегата; проверяют затяжку резьбовых соединений, наличие смазки в редукторе привода мешалки, заземление.

#### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Из каких основных сборочных единиц состоит агрегат АЗМ-0,8А и как они устроены?

2. Расскажите принцип работы агрегата.

3. Назовите основные операции очистки кормопроводящих систем агрегата и расскажите, как практически они осуществляются.

### **2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).**

**Тема: Устройство и эксплуатация кормоприготовительной машины ИКМ-Ф-**

**10**

**2.3.1 Цель работы:** Изучение устройства, работы и регулировок измельчителя корнеклубнеплодов ИКМ-Ф-10.

#### **2.3.2 Задачи работы:**

1. Изучить устройство и работу измельчителя корнеклубнеплодов ИКМ-Ф-10 и его основных сборочных единиц.
2. Изучить технологические и технические регулировки машины.
3. Познакомиться с видами и периодичностью технических обслуживаний при эксплуатации измельчителя.
4. Составить отчет о проделанной работе.

#### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Методические указания по выполнению работы
2. Установка ИКМ-Ф-10
3. Плакаты.

#### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

Стационарный измельчитель-камнеуловитель - мойка ИКМ-Ф-10 предназначен для мойки, камнеулавливания и измельчения корнеклубнеплодов. Измельчитель-камнеуловитель ИКМ-Ф-10 обеспечивает возможность использования его:

- а) как обычной мойки картофеля с камнеулавливанием;
- б) как агрегата, выполняющего мойку, камнеулавливание и измельчение корнеклубнеплодов на частицы величиной до 10 мм. (для свиней) и ломтики толщиной до 15 мм. (для крупного рогатого скота).

Измельчитель ИКМ-Ф-Ю применяют в поточных технологических линиях кормоцехов в комплекте с транспортером ТК-5,0 или ТК-5,0Б. Возможна эксплуатация измельчителя как самостоятельной машины, при этом он должен быть оборудован механизированной подачей корнеклубнеплодов в моечную ванну, водопроводом и системой удаления грязи.

ИКМ-Ф-10 состоит: из ванны 1, вертикального шнека 2 с крылачом 9, измельчителя 3, скребкового транспортера 7 для выгрузки камней, электрооборудования и привода.

Ванна 1 и смонтированные на ней агрегаты установлены на общей раме. В самой ванне установлен шнек 2, верхний конец которого расположен в подшипнике, находящемся в корпусе. Нижний конец вала пивка опирается сферической опорой на капроновую пяту и имеет крылач-активатор 9. Подшипники и уплотнительные сальники расположены - в стакане, который крепят к дну ванны болтами. Верхняя часть ванны закрыта листом, на котором крепится корпус шнека 7 и две крышки, одна из которых имеет загрузочную горловину, другая легкосъемная.

Корпус шнека 7 представляет собой цилиндр с приваренными к нему папами для крепления его на ванне мойки, кронштейном крепления электродвигателя измельчителя, кронштейна, крепления, крепления привода шнека и водопадающими трубами, которые одновременно служат для строповки машины.

Шнек безвальвый состоит из винтовой спирали, к которой закрепляются в верхней части цапфа, в нижней - труба, к которой крепится корпус подшипников совместно с осью. Верхняя цапфа вращается в подшипниках качения, установленных в корпусе, закрепленном в торце кожуха шнека. Нижняя ось устанавливается неподвижно в опоре, закрепленной на дне ванны, и обеспечивает возможность натяжки шнека. К фланцу

корпуса подшипников нижней опоры шнека крепится активатор, выполненный в виде усеченного конуса.

Измельчитель состоит из литого корпуса и двух дисков, верхнего и нижнего. На верхнем диске установлено два горизонтальных ножа, а на нижнем - две выгрузные лопатки. Оба диска установлены на валу электродвигателя и закреплены болтом. Переходник, соединяющий выгрузную горловину шнека с измельчителем, установлен в крышке корпуса, в нижней части переходник представляет цилиндр. В продолжение этого цилиндра в корпусе установлена дека, которая по диаметру обхватывает верхний диск. Диск выполнен двухсекционным. Между верхней и нижней секциями установлены спиралеобразные политки. В верхней части переходника установлена откидная крышка, которая в случае забивания шнека отклоняется, чем и предохраняет шнек от поломок. Внутри переходника установлен противорез.

Скребковый транспортер предназначен для выгрузки из ванны камней, песка и грязи. Транспортер удаления грязи состоит из откидного кожуха, транспортера, мотор-редуктора, кожуха, люка очистки и слива воды из ванны. Привод транспортера состоит из мотора редуктора, расположенного на кронштейне ванны, и цепной передачи. В ведомой звездочки вмонтирован срезной штифт, предохраняющий привод транспортера от перегрузок.

Электрооборудование измельчителя от сети переменного тока напряжением 220/380 В. В состав электрооборудования входят: шкаф управления, клеммная коробка, конечный выключатель и устройство защитного отключения ЗОУП-25-15. Шкаф управления сваркой конструкции пылеводнозащитного исполнения. В нем установлены аппараты для пуска и защиты электродвигателей от токов, короткого замыкания, тепловой и пульевой защиты и переключения двухскоростного электродвигателя на разные числа оборотов. Клеммная коробка с двумя клеммниками установлена на корпусе ванн.

#### Технологический процесс работы измельчителя.

Перед пуском машине открывают кран и заполняют моечную ванну водой до уровня переливной трубки. После этого последовательно включают измельчитель, шнек и транспортер для выгрузки камней. Когда все механизмы измельчителя работают, включают транспортер для загрузки корнеклубнеплодов. Транспортеры ТК-5 или ТК-5Б подают корнеклубнеплоды в моечную ванну, где под воздействием врачающегося водяного потока, созданного крылачом, очищаются от грязи, захватываются и транспортируются в камеру измельчителя. Камни, крупные комки земли и другие инородные предметы, имея большую плотность, чем корнеклубнеплоды, опускается на дно ванны, крылачом отбрасываются в приемную горловину транспортера и выносятся из машины.

Корнеклубнеплоды по мере продвижения к измельчающему аппарату вторично отмываются встречным потоком чистой воды в шнеке и по откидному направляющему кожуху попадают в измельчитель.

В нем корнеклубнеплоды предварительно измельчаются горизонтальными ножами на ломтики, которые затем попадают на лопатки верхнего диска и под действием центробежных сил отбрасываются к деке, где окончательно измельчаются. Вся масса проходит между ножами противорежущей гребенки, лопатками нижнего диска и через направляющий рукав выбрасываются наружу.

#### Подготовка к работе.

Монтаж и сборка измельчителя. Монтаж машины производите в закрытом утепленном помещении, оборудованном водопроводом и канализационной системой. Работа машины в условиях минусовых температур не допустима.

Фундамент под машиной выполняйте из бетона марки 200 или кирпичной кладки с запитыми анкерными болтами диаметром 16 мм.

По высоте фундамент должен быть согласован с необходимой высотой выгрузки измельченной массы.

Для поглощения вибрации рекомендуется под основание машины положить деревянные бруски размером 50 x 150 x 1200 мм. и прокладки из резины средней твердости толщиной 15 мм.

Для правильнойстыковки машины кормоцеха необходимо учитывать, что конструкцией измельчителя предусматривается несколько вариантов расположения выгрузного лотка. Для установки лотка в требуемом положении нужно снять четыре болта крепления корпуса шнека к ванне, повернуть его на требуемый угол и снова затянуть болтами.

При этом необходимо освободить электропроводку под листом ванны из имеющегося запаса, удлинить или собрать ее и после установки корпуса закрепить.

От водопроводной сети производите подводку трубопровода к патрубку. Под люком оборудуйте воронку с решеткой и отводом слива в канализацию. Расположение воронки должно обеспечивать сбор воды от сливного и переливного патрубков

Установите на стенке в удобном для работы месте шкаф управления и положите в металлической трубе провод от шкафа к клеммной коробке измельчителя.

Технологические регулировки.

1. Для мелкого измельчения корнеклубнеплодов необходимо установить переключатель на шкафу управления в положение 1000 мин<sup>-1</sup>, поставить все ножи и деку.

2. Для крупного измельчения корнеклубнеплодов необходимо установить переключатель на шкафу управления в положение 500 мин<sup>-1</sup>, снять часть ножей и деку.

3. При мойке корнеклубнеплодов без измельчения необходимо снять деку и верхний диск измельчителя, а на его место установить стопор нижнего диска. Частота вращения должна быть 500 мин<sup>-1</sup>.

4. Натяжение приводных ремней считается правильным, если приложении усилия 30 Н посередине ветви образуется прогиб не более 15 ... 20 мм\*. Проверяют наличие смазки верхнего подшипника шнека путем шприцевания и уровень в мотор-редукторе. Проводят обкатку измельчителя при напитой в ванне воде в продолжении 30 мин., так как нижний подшипник шнека и транспортера обязательно должен работать в водяной среде.

Подготовка к работе. Сначала проверяют правильность подключения проводов, крепления болтовых соединений, вращающихся деталей и сборочных единиц. Особое внимание обращают на крепление ножевого диска, который должен вращаться без заеданий и стуков при повороте от руки. Проверяют натяжение цепей транспортера и приводных ремней шнека. Стрела провисания одной ветви цепи должна быть 12 ... 15 мм.

Порядок работы на измельчителе.

Включают электродвигатель шнека только при включенном электродвигателе измельчителя, что обеспечивает подачу корнеклубнеплодов на вращающийся режущий диск и не допускает запрессовки в момент пуска. Включают и выключают скребковый транспортер независимо от работы других механизмов.. Нормальная работа режущих дисков обеспечивается при непрерывной подаче корнеклубнеплодов.

При переработке мерзлой свеклы необходимо уменьшить загрузку, доводя производительность до 5 т/ч.

При мойке картофеля без измельчения, необходимо снять деку и верхний диск измельчителя. При этом электродвигатель должен работать в режиме с частотой вращения 500 мин<sup>-1</sup>.

Техническое обслуживание при эксплуатации измельчителя.

При ежедневном техническом обслуживании шлангом для гидросмыыва и лопатой очищают машину от остатков корнеклубнеплодов, грязи и камней. Проверяют и при необходимости затягивают резьбовые соединения, особое внимание обращая на крепление ножей и режущих дисков. Проверяют работу скребкового транспортера и при

необходимости регулируют натяжение. Скребки не должны касаться боковых стенок кожуха. Проверяют надежность подключения заземляющего провода к болту заземления.

При периодическом техническом обслуживании, которое проводят через 50 ч. работы, выполняют операции ежедневного технического обслуживания и, кроме того, смазывают детали машин в соответствии с таблицей и схемой смазки. Перед смазкой необходимо удалить грязь и пыль с масленок, пробок и с поверхности вокруг них, пользоваться чистыми заправочными средствами и применять необходимые сорта масел.

Проверяют крепление скребков транспортера и при необходимости затягивают. Скребки должны быть плотно притянуты к лапке звена. Осматривают предохранительный штифт на приводе транспортера и в случае надреза заменяют. Приводная звездочка должна быть плотно закреплена на валу. Мегометром проверяют состояние изоляции электродвигателей. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 0,5 мОм: В случае необходимости сушат электродвигатели. Измерителем заземления проверяют сопротивление повторного контура заземления. Сопротивление должно быть не более 10 Ом.

#### Контрольные вопросы.

1. Из каких основных сборочных единиц состоит измельчитель-камнеуловитель - мойка ИКМ-Ф-10.
2. Расскажите о технологическом процессе работы измельчителя-камнеуловителя.
3. Объясните основные технологические регулировки измельчителя.
4. Перечислите основные операции ежедневного и периодического технических обслуживания измельчителя-камнеуловителя-мойки.
5. Приведите основные правила безопасности труда.
6. Для чего предназначен скребковый транспортер?
7. Сколько электродвигателей установлено на ИКМ-Ф-10?
8. Какова производительность ИКМ-Ф-10?
9. Чему равен расход воды на тонну перерабатываемого корма?
10. Каковы размеры частиц корма при измельчении для свиней, КРС?
11. Где может быть использована машина ИКМ-Ф-10?
12. Можно ли использовать машину в режиме мойки?
13. Объясните порядок подготовки к работе на ИКМ-Ф-10.
14. Объясните порядок работы на измельчение.
15. Что нужно сделать при переработке мерзлой свеклы?
16. Расскажите последовательность смазки узлов измельчителя.

## **2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).**

**Тема: Устройство и эксплуатация кормоприготовительных машин: КДУ-2; «Волгарь-5».**

**2.4.1 Цель работы:** Изучить измельчитель грубых кормов «Волгарь-5», КДУ-2.

### **2.4.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение, устройство и принцип работы измельчителей.
2. Ознакомиться с технологической схемой машин и определить их место в системе технологического оборудования кормоцеха.
3. Изучить технологические регулировки и порядок их выполнения.
4. Изучить особенности монтажа и эксплуатации машин.
5. Вычертить технологическую схему измельчителей и сделать отчет о работе.

### **2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Действующая модель КДУ-2
2. Действующая модель Волгарь -5
3. Плакаты,
4. Методические указания.

### **2.4.4 Описание (ход) работы:**

Универсальная дробилка кормов КДУ-2А предназначена для измельчения зерна, сочных кормов, минеральных добавок и приготовления сенной муки.

Дробилка состоит (рис.1) из дробильного аппарата 1 , вентилятора 2, загрузочного бункера 3, циклона 6 со шлюзовым затвором 5 и двухпатрубковым раструбом 4, нагнетательного 7 и отводящего 8 трубопроводов, фильтра 9, режущего аппарата 12, питающего механизма и системы электрооборудования.

Все узлы смонтированы на раме 16.

Дробильный аппарат состоит из чугунного корпуса 4 (рис. 2), боковины 3, откидной крышки, двух рифленых дек, сменного решета и дробильного барабана. Верхнее скошенное окно корпуса сообщает дробильную камеру с режущим аппаратом. Откидная крышка крепится к корпусу двумя накидными замками. К нижнему окну крышки замками присоединен всасывающий патрубок вентилятора. При измельчении сухих кормов в крышке устанавливается решето, при измельчении сочных — выбросная горловина. При этом крышка верхнего окна открывается. Деки крепятся болтами к внутренней поверхности корпуса.

Дробильный барабан состоит из восьми дисков 6 (см. рис. 2), закрепленных на валу шпонкой 11. Расстояние между дисками зафиксировано распорными втулками 10. Через отверстия дисков проходят шесть пальцев 9, на которых установлены молотки 7. На каждом пальце - по пятнадцати молотков. Расстояние между молотками отрегулировано распорными втулками 8.

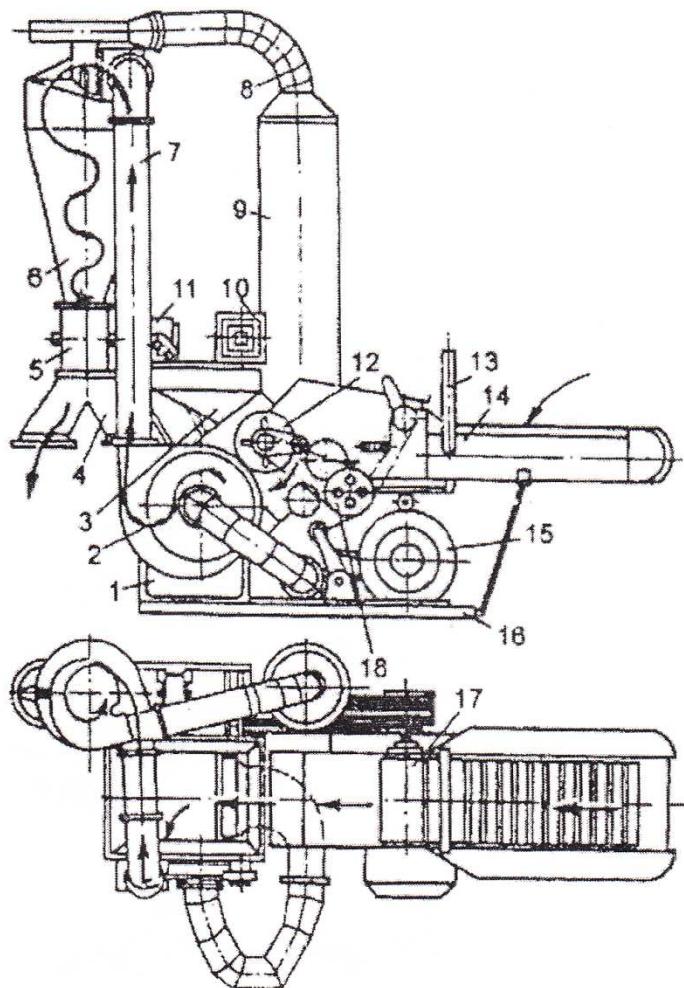


Рис.1 Универсальный дробильный 5-шлюзовый затвор; фильтрованный рукав ножевой; 13- рычаг; 15- электродвигатель, 16- рама, 18- редуктор.

грузки;  
вод; 9- барабан  
ртеры;

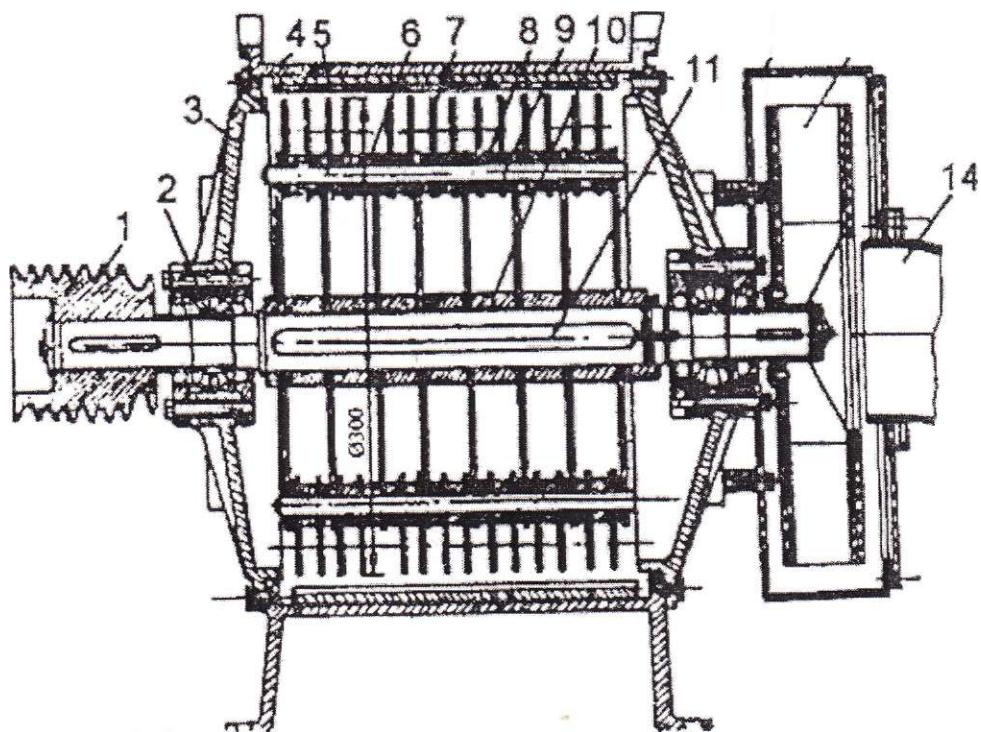


Рис. 2. Молотковый барабан КДУ-2А с вентилятором:

1 - шкив; 2 - двухрядный сферический подшипник; 3 - боковина; 4 - корпус; 5 - дека; 6 - диск; 7 - молоток; 8, 10 - распорные втулки; 9 - палец; 11 - спонка; 12 - кожух вентилятора; 13 - ротор; 14 - всасывающий патрубок.

Загрузочный бункер выполнен из листовой стали и имеет в нижней части заслонку, которая регулирует поступление сыпучих кормов в дробильную камеру.

Циклон отделяет муку от воздуха. Он состоит из цилиндрической и корпусной частей. Снизу к нему прикреплен шлюзовой затвор. Сверху находится цилиндрический патрубок с улиткообразным выбросным кожухом.

Шлюзовой затвор предназначен для вывода муки из нижней части циклона. Он препятствует выходу воздушного потока из циклона. Шлюзовой затвор состоит из чугунного корпуса, боковин и ротора с прорезиненными лопастями. Привод ротора от главного вала клиноременной передачей, червячным редуктором и гибкой муфтой. Снизу шлюзового затвора закреплен двухпатрубковый раструб с перекидной заслонкой и мешкодержателями.

Пневмопроводы 7и 8 (см. рис. 1) соединяют циклон с вентилятором и через полотняной фильтр 9 - с подводящим воздушным патрубком.

Режущий аппарат измельчает сочные и грубые корма. Состоит из режущего барабана 2 (рис. 3), противорежущей пластины 14 и рамы. Режущий барабан имеет три ножа, закрепленных на двух фигурных дисках, и вал. Зазор между ножами и противорежущей пластиной регулируется перемещением ножей на дисках упорными болтами. На одном конце вала закреплен шкив с фрикционной предохранительной муфтой, на другом — звездочка ( $Z = 15$ ) для привода редуктора питающего механизма.

На задней стенке верхнего окна закреплен магнитный сепаратор 6. Поступление зерна в дробильную камеру регулируют заслонкой с рычажным механизмом и зажимом.

Питающий механизм состоит из транспортеров 14 и 17 (см. рис. 1) и редуктора 18. Наклонный прессующий транспортер 17 состоит из рамки, цепочно-планчатой ленты, ведомого и ведущего валов. Рамка включает две боковины и коробкообразную лыжу, соединенные стяжными винтами. Цепочно-планчатая лента - это две втулочно-ROLиковые цепи с наклепанными на них металлическими планками. На ведомом валу прессующего транспортера закреплены две звездочки и ролик, опоры подшипников закреплены на рамке. На ведущем валу имеются три звездочки. Две из них предназначены для привода ленты, третья - для привода ведущего вала. Опоры вала шарнирно установлены в обоймах вертикальных стенок кожуха. На выступающих концах опор крепятся рычаги, соединенные пружинами с рамой машины. Этим достигается прижим наклонного транспортера вниз. Нижнее положение транспортера ограничивается упорными пластинами на стенках кожуха.

На правой стенке над противорежущей пластинкой крепится отсекатель, препятствующий перемещению массы измельчаемого материала вправо; натяжение ленты наклонного прессующего транспортера регулируется натяжными звездочками, оси которых закреплены в стенках рамки.

Питающий транспортер состоит из рамы, прорезиненной ленты, ведомого и ведущего валов, на которых закреплены ролики. Ведомый вал может перемещаться в направляющих рамы болтами, чем достигается натяжение или ослабление ленты.

Редуктор обеспечивает включение транспортеров в работу, отключение или обратный ход. Привод редуктора осуществляется цепной передачей от вала режущего барабана.

Для обеспечения легкого запуска дробилка комплектуется авто-матической пусковой фрикционной муфтой центробежного типа, встроенной в шкив электродвигателя.

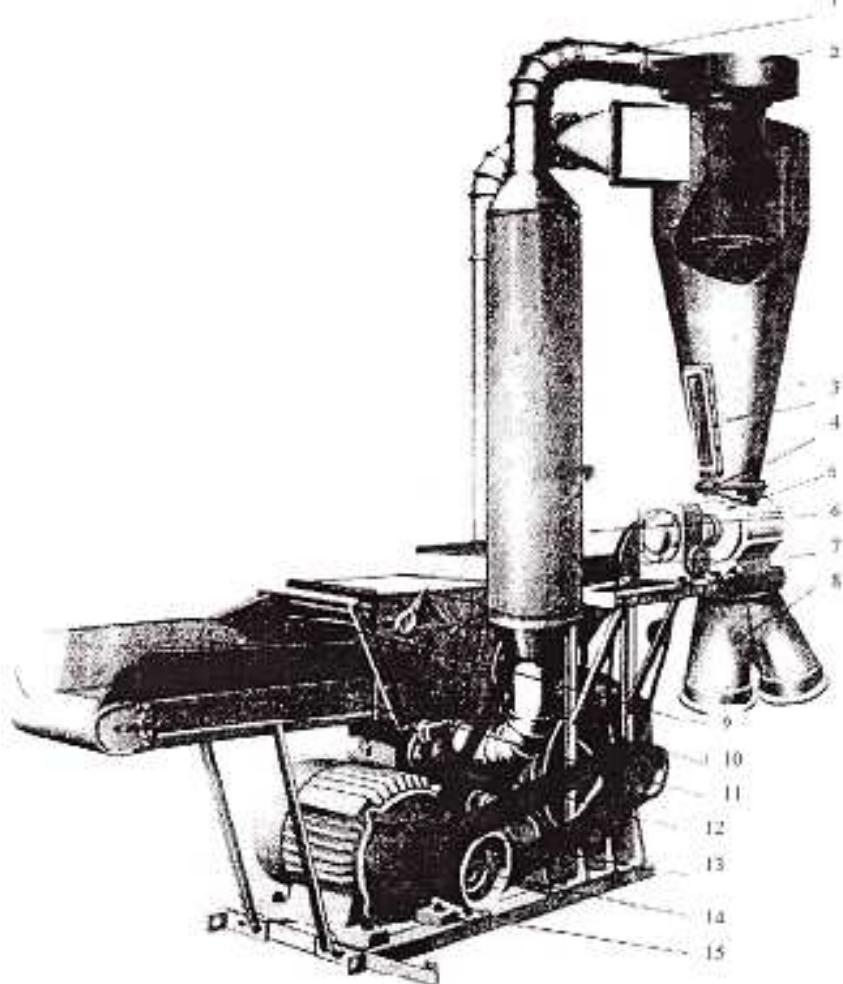


Рис.4. Общий вид дробилки КДУ-2.

1 - обратный трубопровод с фильтром; 2 - улитки циклона; 3 - циклон; 4 – редуктор шлюзового затвора; 5 - шлюзовой затвор; 6 - рамка амперметра-индикатора; 7 - приемный бункер; 8 - растрub циклона; 9 - прессующий транспортер; 10 дробильная камера; 11 - транспортер; 12 - редуктор транспортера; 13 - электродвигатель; 14 - шкив с автоматической фрикционной муфтой; 15 - рама.

Технологический процесс, выполняемый дробилкой КДУ-2А, следует рассматривать как трехэтапный: дробление сыпучих зерновых кормов в муку; измельчение грубых кормов в муку; измельчение сочных кормов (зеленой травы, силоса, корnekлубнеплодов) в пастообразную массу.

При дроблении сыпучих зерновых кормов клиновые ремни привода режущего барабана снимают. В заднюю крышку дробильной камеры устанавливают сменное решето 5. Нижнее окно крышки соединяют сменным всасывающим патрубком с вентилятором 4. Включают дробилку в работу и регулируют заслонкой 7 зернового бункера 1 степень загрузки. Показание амперметра-индикатора должно быть 55 - 60 А. Зерно, проходя по наклонному днищу горловины, очищается магнитным сепаратором 6 от стальных предметов и попадает в дробильную камеру. Под действием ударов молотков 3 оно частично разрушается. Неразрушенные частицы отбрасываются на деки и решета, где окончательно измельчаются. Частицы, по размеру меньшие или равные отверстия решета, попадают в зарешетную полость крышки дробильной камеры, из которой потоком воздуха по всасывающему патрубку, вентилятору 4 и нагнетательному пневмопроводу перемещаются в циклон 10. В циклоне происходит отделение муки от воздуха. Мука через шлюзовой затвор 9 и растрub 8 поступает в тару, а воздух через

отводящий пневмопровод, фильтр 11 и приемный воздушный патрубок - снова в дробильную камеру. Часть воздуха через фильтр выходит наружу. Этим создается некоторое разрежение при выходе в дробильную камеру, благодаря чему устраняется распыливание измельченного корма через неплотности дробильной камеры. Мучная пыль, осевшая в фильтре, по мере накопления снова попадает в дробильную камеру.

При измельчении грубых кормов в работу включается режущий аппарат. Горловина приемного бункера перекрывается заслонкой. На время запуска электродвигателя необходимо отключить питающий механизм, для чего рычаг 13 (см. рис. 1) устанавливают в среднее положение. После запуска электродвигателя включают питающий механизм, для чего рычаг 13 устанавливают в крайнее заднее положение. На питающий транспортер 14 корм загружают равномерным слоем. Прессующий транспортер 17 уплотняет его. Частицы, отрезанные ножами, отбрасываются на скатную доску и поступают в дробильную камеру. Дробится и транспортируется грубый корм как зерно. При измельчении грубых кормов устанавливают в заднюю крышку дробильной камеры сменное решето с отверстиями 10 мм.

При измельчении сочных кормов машину переоборудуют для работы по прямоточному циклу: отсоединяют всасывающий патрубок от крышки дробильной камеры и вентилятора. На входе вентилятора ставят ограждительную сетку. Заменяют сменное решето вставной выбросной горловиной и открывают верхнее окно в крышке дробильной камеры. Снаружи под окном устанавливают отражательный козырек-дефлектор. В этом случае дробилка работает со сквозным проходом кормов от транспортера через ножевой аппарат, дробильную камеру, вставную выбросную горловину и верхнее окно в крышке дробильной камеры.

Воздушный поток, создаваемый вентилятором, проходя через циклон, отводящий пневмопровод, фильтр, приемный воздушный патрубок, дробильную камеру и выбросную горловину, препятствует залипанию корма на стенках последней.

#### Регулировки:

1. Требуемая степень измельчения продукта обеспечивается с помощью сменных решет с отверстиями 4; 6; 8 и 10 мм.

2. Подачу зерна из приемного бункера в дробильную камеру регулируют открытием и закрытием поворотной заслонки. Степень загрузки дробилки контролируется по показаниям амперметра - индикатора (55 - 60 А).

3. Зазор между ножами и противорежущей пластиной регулируют перемещением ножей упорными винтами, предварительно ослабив при этом крепежные болты. Он должен быть не более 1 мм.

4. Зазор между планкой противорежущей пластины и лентой горизонтального транспортера устанавливают минимальным за счет перемещения самой пластины.

5. Уплотнение массы прессующим транспортером регулируют натяжением пружины так, чтобы прессующий материал не выдергивался при работе.

6. Длину резки изменяют заменой звездочек ( $Z=13$  и  $Z=15$ ) на валу ножевого барабана.

7. Молотки на новые рабочие грани переставляют при износе их более 3 мм.

8. Предельный износ режущей кромки ножей — 10 - 12 мм, противорежущей пластины — до 5 мм.

#### Содержание отчета:

1. Опишите назначение молотковых универсальных дробилок.

Начертите схему изучаемой дробилки.

Кратко опишите устройство, процесс работы и технологические регулировки дробилки.

#### Вопросы для контроля:

Назовите основные узлы дробилки КДУ-2А.

Какой должен быть зазор между ножами и противорежущей пластиной в измельчающем аппарате КДУ-2А?

Почему молотки дробильного аппарата имеют два отверстия?

Как часто выполняют перестановку молотков на новые рабочие грани?

Как регулируется подача исходного зернового материала в дробильную камеру КДУ-2А?

Назначение и принцип работы циклона дробилки КДУ-2А.

Измельчитель кормов «Волгарь-5» предназначен для тонкого измельчения предварительно вымытых корнеплодов, бахчевых культур, кукурузы с початками в стадии молочно-восковой спелости, силоса, травы и других кормов. Все перечисленные корма можно перерабатывать как раздельно, так и в различной смеси. В этом случае наряду с измельчением происходит перемешивание кормов.

Наиболее широкое применение «Волгарь-5» находит в поточных линиях кормоцехов на свинофермах.

Техническая характеристика измельчителя кормов «Волгарь-5»

Производительность, т/ч:

|   |   |                |
|---|---|----------------|
| при измельчении корнеплодов                 | - | до 10          |
| земной массы и силоса                       | - | 3 - 5          |
| грубых кормов                               | - | 0,8 - 1        |
| Потребная мощность, кВт                     | - | 22             |
| частота вращения: с-1                       |   |                |
| режущего барабана                           | - | 12,5           |
| аппарата вторичного резания                 | - | 16,6           |
| Размеры измельченных частиц, мм:            |   |                |
| предварительно измельченных на барабане     | - | 20 - 30        |
| измельченных на аппарате вторичного резания | - | 2 - 10         |
| Габариты, мм:                               | - | 2400*1330*1350 |
| Масса, кг.:                                 | - | 1175           |

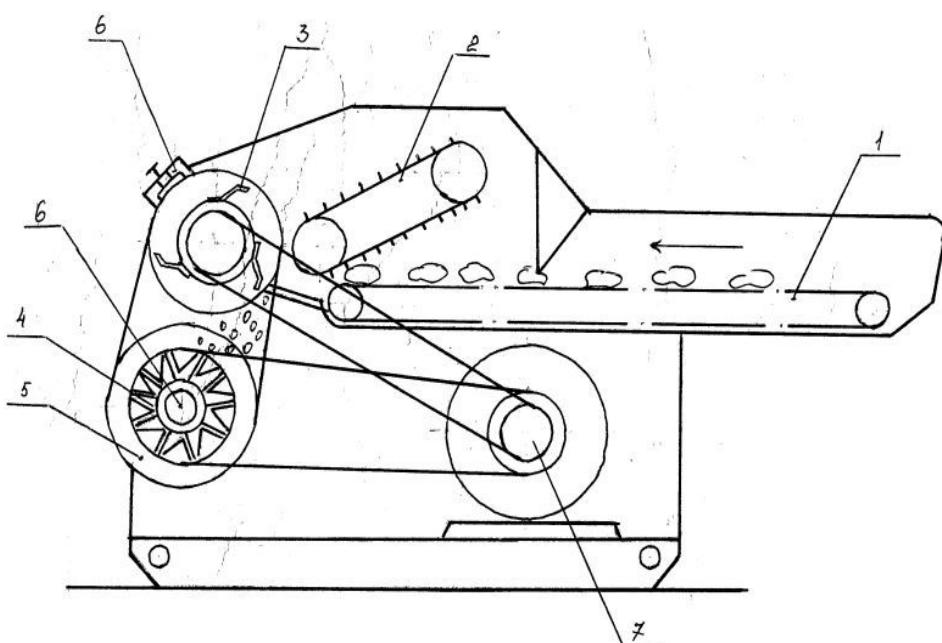


Рис.5. Технологическая схема измельчителя кормов «Волгарь-5»:

1-подавший транспортер; 2-нажимной транспортер; 3-режущий барабан; 4-аппарат вторичного резания;

5-шнек; 6-заточное приспособление; 7-привод электродвигателя; 8-автомат отключения измельчителя от сети.

#### Устройство и принцип работы.

Основные сборочные единицы машины: подающий транспортер 1 (Рис. 5), прижимной транспортер 2, режущий барабан 3, аппарат вторичного резания 4 со шнеком 5, заточное приспособление 6, привод электродвигателя 7, автомат отключения 8, электрооборудование.

Корпус измельчителя представляет собой сварную конструкцию, на верхней части которой крепится крышка, обеспечивающая доступ к режущему барабану и шnekу. На крышке имеется заточное приспособление. К передней части корпуса крепится подающий транспортер. С левой стороны корпуса установлена крышка, обеспечивающая доступ к аппарату вторичного резания.

Подающий транспортер состоит из сварной рамы, ведущего вала с двумя тягами и одной приводной звездочки, оси, на которой свободно вращаются ведомые звездочки, и цепи транспортера с металлическим планками, образующие сплошное дно.

Прижимной транспортер состоит из корпуса, ведущего вала с двумя тяговыми звездочками, оси, на которой свободно вращаются две ведомые звездочки и ролик. Полотно прижимного транспортера идентично полотну подающего транспортера. Прижимной транспортер установлен в двух опорах скольжения между боковинами корпуса подающего транспортера. Режущий барабан состоит из вала с двумя приваренными к нему дисками, на которых закреплены спиральные ножи.

Аппарат вторичного резания состоит из вала со шнеком, который установлен в опорах качения. На консольной части вала, на шлицевой втулке со смещением друг относительно друга расположены подвижные ножи, вращающиеся между неподвижными ножами, которые

установлены в планках корпуса. На втором конце вала на шарикоподшипниках находится шкив привода, передающий вращение от электродвигателя на вал через поводок, который жестко сидит на валу, и срезную шпильку. Заточное приспособление состоит из сварного корпуса, в котором расположены две заточные головки для заточки ножей первой и второй ступени резания.

Привод всех рабочих органов измельчителя осуществляется от электродвигателя: клиновыми ремнями вращение передается на шкив режущего барабана и аппарат вторичного резания. Привод подающего и прижимного транспортера осуществляется цепной передачей от звездочки режущего барабана через редуктор.

Цилиндрический редуктор одноступенчатый реверсивный обеспечивает привод подающего и прижимного транспортеров, их реверс и отключение. Для предохранения от поломок подающего и прижимного транспортеров на ведущем валу установлена фрикционная муфта.

Автомат отключения от электросети представляет собой замковое устройство, блокированное выключателем на нижней крышке корпуса. Он состоит из двух поводков 1 и 9 штуцера 4, в котором установлен замок 2. Внутри замка находится пружина 5, шайба 7 и шплинт 6. В рабочем положении пружина сжата, палец замка входит в отверстие поводка и фиксирует зубом поводка. Поводки соединены между собой срезной шпилькой. При попадании инородных включений в аппарат вторичного резания шпилька срезается, зуб поводка выходит из зацепления с пальца замка, замок отбрасывается пружиной и нажимает на кнопку пускового выключателя. Электродвигатель останавливается.

После остановки рабочих органов выключают питание сети,

автоматический выключатель и, очистив аппарат вторичного резания, ставят замок в рабочее положение. Для этого устанавливают замок в крайнее переднее положение рукой и, вращая блок подвижных ножей по часовой стрелке, заводят зуб поводка в паз кольца. После этого устанавливают срезанную шпильку.

Приводные шкивы режущего барабана и аппарата вторичного резания связаны с валом посредством срезных шпилек. Крышки режущего барабана и аппарата вторичного резания блокированы с электро-пусковой аппаратурой посредством путевых выключателей, что предотвращает пуск машины при открытых крышках.

Технологический процесс.

Приготовленный к измельчению корм бункером – питателем подается на подающий транспортер, который совместно с подвижным транспортером направляет его к режущему барабану первой ступени резания, где происходит предварительное измельчение. Режущий барабан подает измельченный продукт на шнек, который направляет его к аппарату вторичного резания, где он измельчается ножами на фракции до 2 - 10 мм. Измельченный корм выбрасывается через нижнее окно корпуса на выгрузной транспортер.

Измельчитель «Волгарь-5» работает параллельно с комбикормовыми агрегатами и подает измельченную массу транспортером в смесь, который обеспечивает получение различных по составу кормосмесей.

Правила эксплуатации.

Перед пуском машины в работу снимают защитные ограждения; проверяют крепление электродвигателя, редуктора, приводных шкивов, корпусов подшипников, режущего барабана, натяжение цепей и ремней, наличие смазки в редукторе; убеждаются в отсутствии посторонних предметов в рабочих органах измельчителя и на подающем транспортере; ставят рычаг включения транспортера в положение «Вперед» и подкручивают вручную рабочие органы измельчителя за шкив вала аппарата вторичного измельчения (все рабочие органы должны свободно вращаться); убедившись в исправности машины, закрывают крышку корпуса, устанавливают и закрепляют ограждения и, поставив рычаг включения транспортера в нейтральное положение «Стоп», включают электродвигатель, чтобы измельчитель поработал с отключенными транспортером в течение 3 - 5 мин., после чего включают транспортер, поставив рычаг в положение «Вперед». Для сообщения транспортеру обратного вращения рычаг включения переводят в положение «Назад».

При переработке измельчителя следует избегать внезапных перегрузок, следить за равномерной его загрузкой.

Для свиней корм измельчают и перемешивают с помощью аппаратов вторичного резания. В этом случае лезвие первого подвижного ножа устанавливают по отношению к концу отогнутого витка шнека под углом 54° поворотом ножа против направления вращения. При необходимости получения более мелкого продукта для птицы лезвие первого подвижного ножа устанавливают относительно отогнутого витка под углом 9° поворотом ножа против направления вращения ведущего вала.

Втулки подвижных ножей располагаются на шлицевом валу, где соседние шлицы расположены через 9°. Таким образом, для получения нужного угла, отсчитывают соответствующее число шлицев.

В обоих случаях все последующие подвижные ножи устанавливают по спирали через 72° (или через восемь шлицей) против направления вращения.

Для крупного рогатого скота допускается большая длина резки, для чего оставляют две пары ножей (подвижных и неподвижных) со стороны опоры и один подвижный последний нож,

устанавливая между ними распорную втулку, которая может быть изготовлена в хозяйстве.

В случае использования измельчителя «Волгарь -5» на фермах крупного рогатого скота следует иметь в виду, что производительность его при измельчении соломы влажностью до 20% не превышает 1 т/ч. С увеличением влажности производительность машины уменьшается и начинает забиваться аппарат вторичного резания. Поэтому при измельчении соломы аппарат вторичного резания снимают, и работает только режущий

барабан. Крупность измельчения кормов при этом увеличивается и становится почти равной длине резки, получаемой на машине РСС-6.

В процессе эксплуатации кромки режущих ножей измельчителя притупляются и требуют периодической заточки. Для этого измельчитель «Волгарь-5» оборудован заточным устройством. Затачивают ножи аппарата первичного резания в следующей последовательности: вынимают заслонку, перекрывающую заточный сегмент, включают измельчитель и, вращая штурвал против часовой стрелки, подводят каретку с сегментом к режущим кромкам спиральных ножей. Перемещая обойму с сегментом в каретке с помощью тяги, затачивают ножи до получения острых кромок. После заточки отводят каретку в крайнее заднее положение, отключают измельчитель, ставят на место заслонку и регулируют зазор между ножами режущего барабана и противорежущей пластиной.

Заточку ножей аппарата вторичного резания проводят в следующем порядке: снимают подвижные и неподвижные ножи. Отвернув гайки – барабашки, подвигают фрикционное кольцо к торцу шкива, обеспечивающего вращение шлифовального круга, и закрепляют гайки. Включают электродвигатель и, перемещая ножи по подручнику к пазу заточного устройства, последовательно затачивают все ножи. Отключают электродвигатель, отвернув гайки – барабашки, перемещают фрикционное кольцо в первоначальное положение, закрепляют ножи на машине и регулируют зазоры между подвижными и неподвижными ножами.

Ножи первой ступени резания затачивают после переработки 200 – 250 т. корма. После переработки 500 т. корма переворачивают противорежущую пластину, а после переработки 1000 т. кормов затачивают противорежущую пластину с двух сторон аналогично подвижным ножам аппарата вторичного резания. Ножи второй ступени резания затачивают после переработки 100 – 150 т. кормов.

Необходимо помнить, что при работе с тупыми ножами резко возрастает потребляемая мощность и ухудшается качество измельчения.

Во избежание разрушения фрикционного кольца при заточке ножей второй ступени резания необходимо отрегулировать его поджатие к шкиву режущего барабана. Наибольшая величина сжатия кольца не должна превышать 1,5 мм.

#### Технологические регулировки

1. Зазор аппарата первичного резания регулируют после заточки ножей и противорежущей пластины. Для регулировки зазора расшиплиновывают корончатые гайки и ослабляют крепление корпусов подшипников режущего барабана. Регулировочными болтами перемещают барабан к противорежущей пластине и, установив зазор 0,45-1 мм., закрепляют подшипники и зашиплиновывают гайки.

2. Регулирование степени измельчения производят в зависимости от назначения кормов перестановкой подвижных ножей или изменением их числа в аппарате.

Для птиц требуется измельчить корм наиболее тонко. Первый от шнека подвижный нож устанавливается так, чтобы между рабочей кромкой его и отогнутой частью витка шнека был угол в 9°.

Угол отсчитывают от витка шнека против направления вращения.

При подготовке корма для свиней первый подвижный нож устанавливают так, чтобы между лезвием и витком шнека получился угол 54° (рис. 87,в), считая от витка шнека против направления вращения.

Все последующие подвижные ножи в обоих случаях устанавливают через 36° от кромки первого ножа (поворачивают на 4 шлица против направления вращения) так, что концы ножей располагаются по спирали.

3. Зазор аппарата вторичного резания регулируют после каждой переточки ножей, при их замене, а также при регулировке степени измельчения корма. После установки ножей гайку их поджима затягивают до отказа и контрят гайкой. Затем регулировочными болтами регулируют равномерность зазора между шестью первыми от опоры шнека подвижными и неподвижными ножами в пределах 0,05 – 0,65 мм., а между последними

тремя подвижными и неподвижными ножами – 0,05 – 0,7 мм. Зазор проверяют щупом. После установки и регулировки ножей в случае наблюдения повышенного уровня шума во время работы уменьшают величину зазора регулировочными болтами до минимально рекомендуемой.

#### 4. Техническое обслуживание.

При ежесменном техническом обслуживании прокручивают машину вхолостую 2 – 3 мин.; очищают от грязи и остатков корма рабочие органы; проверяют состояние узлов, механизмов и вращающихся частей; при переработке рыбы и хвои перед отключением машины промывают водой все рабочие органы; проверяют режим работы и нагрев электродвигателя, состояние контактов электропропускного оборудования.

Возможные неисправности измельчителя «Волгарь -5» и способы их устранения

Неисправность      Причина      Способ устранения

Ножи режущего барабана задеваются за противорежущую пластину      Смещены  
споры режущего барабана их крепления или крепления противорежущей пластины и ножей.      Закрепляют противорежущую пластину и зазор 0,5 – 1 мм. Между режущими ножами и противорежущей пластиной, надежно закрепив опоры.

Не передается крутящийся момент от электродвигателя на режущий барабан

Слабо натянуты ремни. Срезана предохранительная шпилька Натягивают ремни.

Ставят новую предохранительную шпильку.

Не передается крутящийся момент от редуктора на ведущие валы подающего и прижимного транспортеров      Пробуксовывает фрикционная муфта. Регулируют усилие сжатия пружин

Не вращает шнек      Слабо натянуты ремни. Срезаны предохранительные шпильки

Натягивают ремни. Ставят новую предохранительную шпильку

Шнек вращается, но подвижные ножи не вращаются      Срезана предохранительная шпилька      То же

Набегание цепей подающего и нажимного транспортеров на зубья тяговых звездочек      Слабо натянуты цепи      Натягивают цепи

При срезании предохранительной шпильки продолжается вращение ножей вместе с валом      Отсутствует зазор между поводками в результате перетяжки круглых гаек крепления ножей аппарата вторичного резания Отпускают круглые гайки и устанавливают зазор 0,5 мм. между поводками

Предохранительные шпильки на шкивах режущего барабана и аппарата вторичного резания срезаны, а режущие органы продолжают вращаться. Отсутствует зазор между поводками и шкивами в результате перетяжки круглых гаек крепления шкивов      Отпускают круглые гайки и устанавливают зазор 0,5 мм. между поводками

При включении кнопочной станции не включается электродвигатель Неправильное положение автомата отключения. Срезана предохранительная шпилька в автомате отключения Устанавливают автомат отключения правильно. Заменяют срезанную предохранительную шпильку

При техническом обслуживании ТО-1 (через 100 ч. работы) выполняют все операции ЕТО и, кроме того, смазывают все подшипники качения и скольжения, приводные цепи; проверяют уровень масла в редукторе и при необходимости доливают до верхней риски масло-указателя; натягивают приводные ремни и цепи; проводят осмотр выключателей, кнопочного поста и клемного блока, очищают их от пыли и подтягивают резьбовые соединения; проводят осмотр электродвигателя и его соединение с приводным механизмом, заземляющего провода (корпус машины, электродвигатель и пусковая аппаратура должны быть надежно заземлены).

При техническом обслуживании ТО-2 (через 240 ч. работы) выполняют все операции ТО-1 и, кроме того, вскрывают крышку управления, очищают аппаратуру от пыли, смазывают трущиеся поверхности, проверяют затяжку всего крепежа, состояние

изоляции (должно быть во вторичных цепях не менее 1 мОм и не менее 0.5мОм в силовых цепях).

Особенности монтажа агрегата.

Машина поступает на монтаж в собранном виде. Ее устанавливают на ровную горизонтальную площадку так, чтобы измельченный продукт попадал на транспортер, загружающий смеситель. Выгрузное окно измельчителя следует располагать под транспортером.

Не рекомендуется устанавливать измельчитель в машинном зале кормоцеха. Он должен находиться в отдельном помещении, оборудованном вытяжной вентиляцией, естественным освещением и широким проездом для транспорта.

Более подробные рекомендации по эксплуатации и монтажу даются в заводских инструкциях.

Модификация «Волгарь-5А» имеет более высокие скорости транспортеров подачи, что позволяет повысить производительность на 25-30%. В измельчителе заблокирована крышка режущего барабана, при открывании которой электродвигатель останавливается. Для контроля нагрузки в электросхему привода введен амперметр – индикатор

## **2.5-2.6 Лабораторная работа №5, 6 (4 часа).**

**Тема: Доильные аппараты**

**2.5.1 Цель работы:** Ознакомиться с принципом действия и конструкцией доильных аппаратов

### **2.5.2 Задачи работы:**

1. Ознакомиться с существующими конструкциями.
2. Вычертить схему доильного аппарата.
3. Составить отчет по работе

### **2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Натуральные образцы доильных аппаратов и агрегатов

Методические пособия по выполнению лабораторных работ

Плакаты

### **2.5.4 Описание (ход) работы:**

#### **СПОСОБЫ МАШИННОГО ДОЕНИЯ**

Различают два основных способа машинного доения: отсос при помощи вакуума и механическое выжимание молока из сосков. Последний способ, как подражательный ручному доению, разработан неудовлетворительно и практически не применяется. Вакуумные доильные машины в ходе их технической эволюции выделились в две основные группы, действующие по двухтактному и трехтактному принципам. Двухкамерный доильный стакан (исполнительный орган доильного аппарата) может иметь цилиндрический или конический корпус, в котором размещена сосковая резина, выполненная в виде трубки, с присоском в верхней части и суживающаяся внизу. Кольцевое (межстенное) пространство между корпусом и сосковой резиной соединено при помощи резиновых патрубков и трубы с коллектором и пульсатором аппарата. Пространство внутри сосковой резины (подсосковая камера) связано с доильной емкостью через молочную камеру коллектора при помощи молочных резиновых патрубков и трубы. На рисунке 1 представлена схема работы доильного стакана.

Когда в межстенном и подсосковом пространствах стакана образуется вакуум определенной величины, сосковая резина не препятствует выходу молока из соска вымени - такт сосания. Впуск воздуха в межстенное пространство вызывает сжатие сосковой резины, массирующее сосок и задерживающее выведение молока - такт сжатия. Чередование тактов сосания и сжатия автоматически обеспечивается работой пульсатора. Таков принцип действия двухтактного доильного аппарата.

При нарастании внутривыменного давления (за счет действия окситоцина) и снижении вакуума в подсосковом пространстве стакана при интенсивном выходе молока действие сосковой резины на сосок в ходе такта сжатия становится слабее и она, не прерывая потока, только снижает его интенсивность. Этим, в частности, можно объяснить более высокую производительность двухтактных доильных аппаратов (по сравнению с трехтактными), слабо препятствующих выведению молока в период максимальной молокоотдачи.

Во время доения наступает момент, когда молоко из молочной железы поступает в цистерну вымени в меньшем количестве, чем выводится из нее доильным аппаратом. Возникает опасность быстрого опорожнения вымени и перехода к сухому !мнению, что может вызвать заболевание маститом. При сокращении интенсивности молокоотдачи следует немедленно снять доильные стаканы с вымени, чтобы предотвратить проникновение вакуума в полость молочной цистерны. Это может послужить причиной

разрыва кровеносных сосудов молочной железы и вызвать кроводой с последующим заболеванием коровы. Для устранения такой опасности в цикл работы двухтактного аппарата введен третий такт - отдыха, когда вслед за тактом сжатия в подсосковое пространство доильных стаканов впускается атмосферный воздух и в обеих камерах стакана давление приближается к атмосферному. Применяя двух- или трехтактные аппараты, необходимо тщательно контролировать процесс доения, своевременно снизить доильные аппараты с вымени и подбирать коров, пригодных для доения аппаратом того или иного типа.

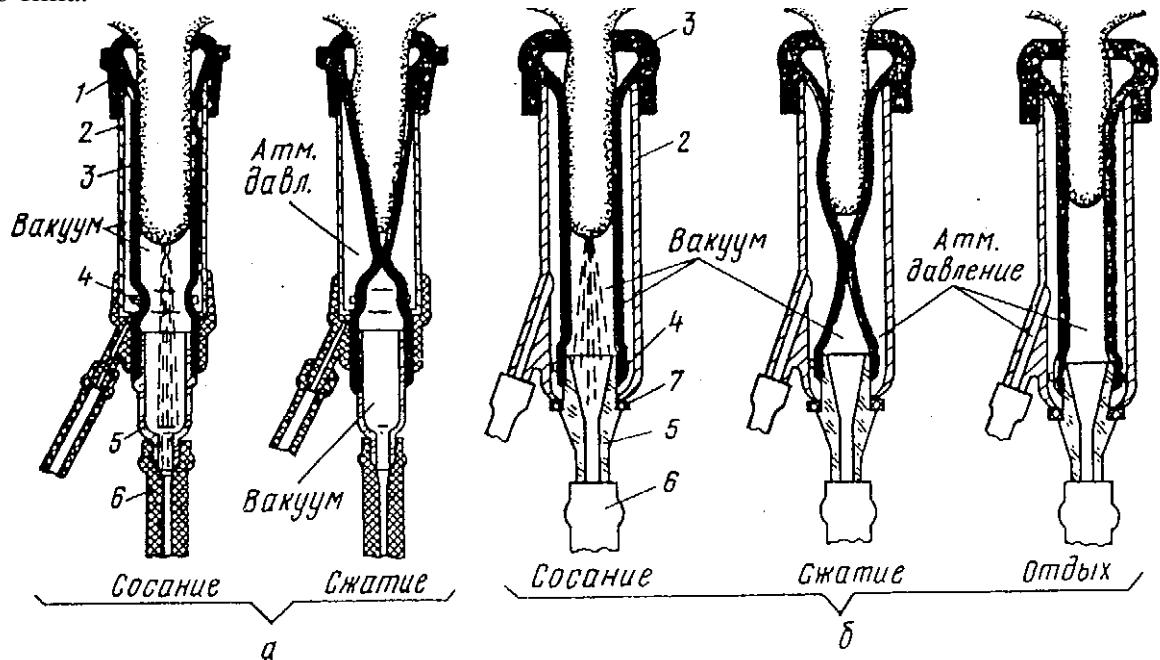


Рис. 1 Схема работы двухкамерного доильного стакана:  
а — двухтактный режим; б — трехтактный режим; 1 — резиновая манжета; 2 — корпус стакана; 3 — сосковая резина; 4 — соединительное колыцо; 5 — смотровой конус; 6 — молочный патрубок; 7 — уплотнительное кольцо

### УСТРОЙСТВО И ДЕЙСТВИЕ ДОИЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Переносный доильный аппарат обычно состоит из доильного ведра с крышкой, на которой установлен пульсатор, подвесной части, включающей в себя четыре доильных стакана и коллектор, а также из резиновых шлангов и патрубков, при помощи которых соединяют сборочные части аппарата.

Унифицированный доильный аппарат АДУ-1 выпускается в двух-и трехтактном исполнениях. Он отличается тем, что пульсатор не имеет регулировки частоты пульсаций. Доильные стаканы аппарата выполнены из нержавеющей стали. Сосковая резина неразъемная, снабжена трехпозиционным приспособлением для натяжения сосковой трубки. Коллектор аппарата имеет прозрачную молочную камеру и выполнен из пластмассы. Для отключения вакуума предусмотрено клапанное устройство (взамен зажима на молочном шланге у аппарата «Волга»).

Коллектор в двухтактном аппарате имеет увеличенный объем молочной камеры. Шайба клапана коллектора может быть зафиксирована в пазах основания последнего, что облегчает обслуживание аппарата при доении и промывке.

Пульсатор (рис. 2) аппарата предназначен для преобразования постоянного вакуума в переменный, необходимый для работы исполнительных органов - доильных стаканов. В пульсаторе имеются четыре камеры. Камера I<sub>п</sub> (постоянного вакуума) присоединена через шланг к вакуум-магистрали. Камера II<sub>п</sub> (переменного вакуума) отделена от камеры I<sub>п</sub> клапаном 4 клапанно-мембранным устройства пульсатора, опирающегося на под пятник 5, свободно лежащий на резиновой мембране 6.

Камера III<sub>n</sub> (атмосферного давления) соединена с атмосферой через воздушный фильтр 13, помещенный в корпус 12.

От камеры II<sub>n</sub> камеру III<sub>n</sub> отделяет верхняя площадка клапана 4, Камера IV<sub>n</sub> (управляющая) через дроссельный канал соединяется - камерой переменного вакуума III<sub>n</sub>.

Коллектор двухтактного аппарата (рис. 2, а) имеет две камеры: I<sub>k</sub> - молокосборную, соединенную патрубками 9 с подсосковыми камерами доильных стаканов и патрубком 8 с молоко-сборником, II<sub>k</sub> -распределительную, соединенных с камерой II<sub>n</sub> пульсатора и через резиновые патрубки 10 с межстенными пространствами доильных стаканов.

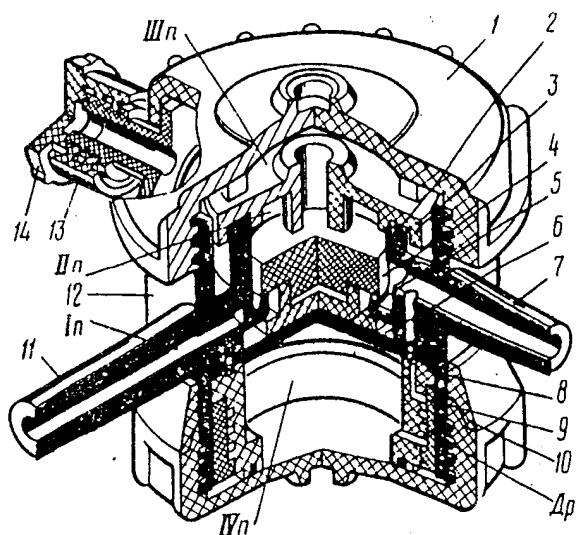


Рис. 2 Пульсатор доильного аппарата АДУ-1:

1, 10 — гайки; 2 — резиновая прокладка; 3 — крышка; 4 — клапан; 5 — подпятник клапана; 6 — мембрана; 7 — патрубок переменного вакуума; 8 — корпус камеры с дросселем; 9 — цилиндрическое кольцо; 11 — патрубок для магистрального шланга; 12 — корпус пульсатора; 13 — воздушный фильтр; 14 — гайка фильтра; In — камера постоянного вакуума; IIIn — камера переменного вакуума; IIIIn — камера постоянного атмосферного давления; IVn — управляющая камера переменного вакуума; Dr — винтовой канал дросселя

На рисунке 4 представлена схема работы двухтактного доильного аппарата. По шлангу 2 вакуум-магистрали 1 передается на камеру II<sub>n</sub> пульсатора, мембрана 8 под давлением воздуха со стороны камеры IV<sub>n</sub> поднимает подпятник с клапаном 4 и вакуум переходит на камеру III<sub>n</sub>. От нее по шлангу 7 вакуум проходит к камере II<sub>n</sub> коллектора и распределяется по межстенным камерам доильных стаканов.

От доильной емкости 11 вакуум по молочному шлангу 6 распространяется на межстенные камеры стаканов при поднятом и фиксированном клапане 5 коллектора. Происходит торт сосания (см. рис 4, а) и молоко из сосков проходит через коллекторную камеру I<sub>k</sub> и молочный шланг 6 в молокосборник.

Для лучшей эвакуации молока в корпусе коллектора имеется прорезь, сообщающая камеру I<sub>k</sub> с атмосферой. В ходе такта сосания в пульсаторе вакуум по каналу 8 и дросселю 9 переходит на камеру IV<sub>n</sub>. При этом воздух со стороны камеры III<sub>n</sub>, действуя на клапан 4, переводит мембранный-клапанный механизм пульсатора в нижнюю позицию (см. рис. 4, б) и клапан 4 отключает камеру II<sub>n</sub> от вакуума камеры In. Воздух из камеры III<sub>n</sub> по вакуумному шлангу 7 проходит в межстенные камеры стаканов, создавая торт сжатия. В ходе тонкого сжатия воздух по дроссельному каналу 8 постепенно проходит в камеру IV<sub>n</sub>, повышая в ней давление, и поднимает мембранию. Клапан 4 перекрывает камеры III<sub>n</sub> и II<sub>n</sub>, одновременно сообщаются камеры II<sub>n</sub> и In и вакуум проходит на межстенные камеры стаканов, вновь создавая торт сосания. Далее вакуум переходит на управляющую камеру и механизм переключается на торт сжатия.

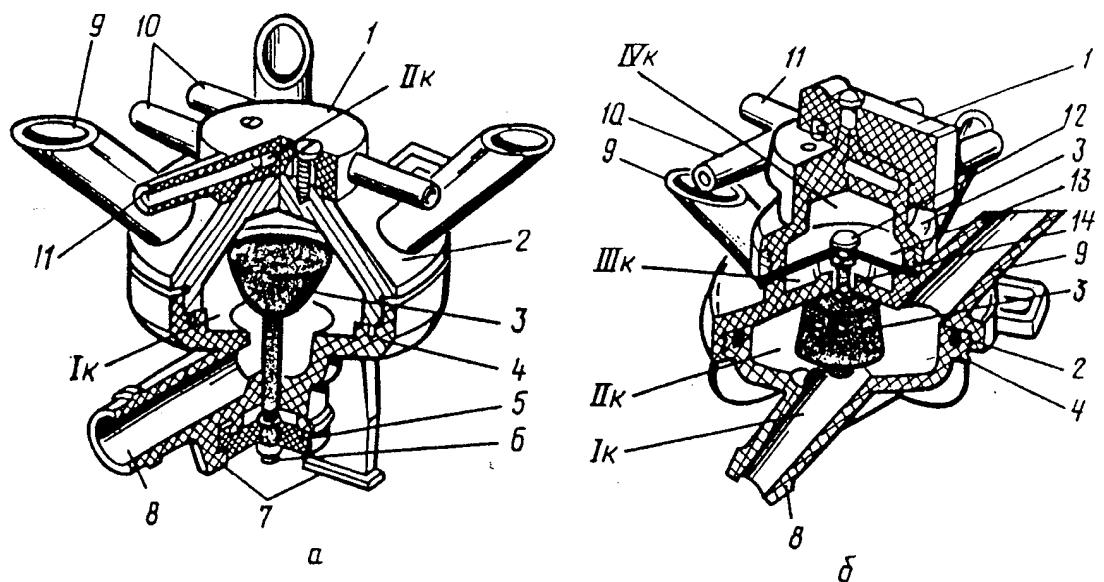


Рис. 3. Коллектор АДУ-1 двухтактной (а) и трехтактной (б) модификаций:  
 1 — распределитель; 2 — корпус; 3 — клапан; 4 — корпус молокосборной камеры;  
 5 — шайба; 6 — шплинт; 7 — выступ-фиксатор; 8 — патрубок молочного шланга;  
 9 — молочный патрубок; 10 — патрубок переменного вакуума; 11 — штуцер; 12 — стержень;  
 13 — мембрана; 14 — канал

Схема работы трехтактной модификации аппарата АДУ-1 показана на рисунке 5. Коллектор аппарата (рис. 3, б) имеет четыре камеры: I<sub>к</sub> - постоянного вакуума, II<sub>к</sub> - молоко-сборную, III<sub>к</sub> - атмосферного давления и IV<sub>к</sub> - переменного вакуума, соединенную с межстенными камерами стаканов и камерой II<sub>п</sub> пульсатора. Вакуум (рис. 5, а) от вакуум-магистрали 1 поступает на камеру I<sub>п</sub> пульсатора. Благодаря атмосферному давлению в камере IV<sub>п</sub> эластичная мембрана 12 поднимается с под пятником 3 и клапаном 4, который перекрывает сообщение между камерами II<sub>п</sub> и III<sub>п</sub>, открывая при этом окно между камерами I<sub>п</sub> и II<sub>п</sub>. Вакуум распространяется на камеру II<sub>п</sub> и по шлангу 10 на камеру IV<sub>к</sub>, а также на межстенные камеры стаканов. Атмосферное давление со стороны камеры III<sub>к</sub>, имеющей каналы сообщения с атмосферным воздухом, поднимает мембранный 15 коллектора и связанные с ней стержни с клапаном 18. При этом камера I<sub>к</sub> сообщается с молочной камерой III<sub>к</sub> коллектора и вакуум от молокопровода (молоко-сборника) 8 переходит на подсосковые камеры стаканов, формируя такт сосания. Возникает разность давлений в теле соска и подсосковой камере. Молоко преодолевает сопротивление сфинктера и извлекается из вымени, поступая через молочную камеру коллектора в молочный шланг 6 и далее в молокосборник. В ходе такта сосания вакуум перетекает от камеры II<sub>п</sub> пульсатора по дроссельному каналу 11 в камеру IV<sub>п</sub> (рис. 5, б). Атмосферное давление, действующее на верхнюю площадку клапана 4 со стороны камеры III<sub>п</sub>, опустит клапан. Окно между камерами I<sub>п</sub> и II<sub>п</sub> перекрывается, а в окно, образовавшиеся между камерами III<sub>п</sub> и II<sub>п</sub>, входит атмосферный воздух, который затем проходит через камеру IV<sub>п</sub>, и в межстенных пространствах стаканов создается такт сжатия.

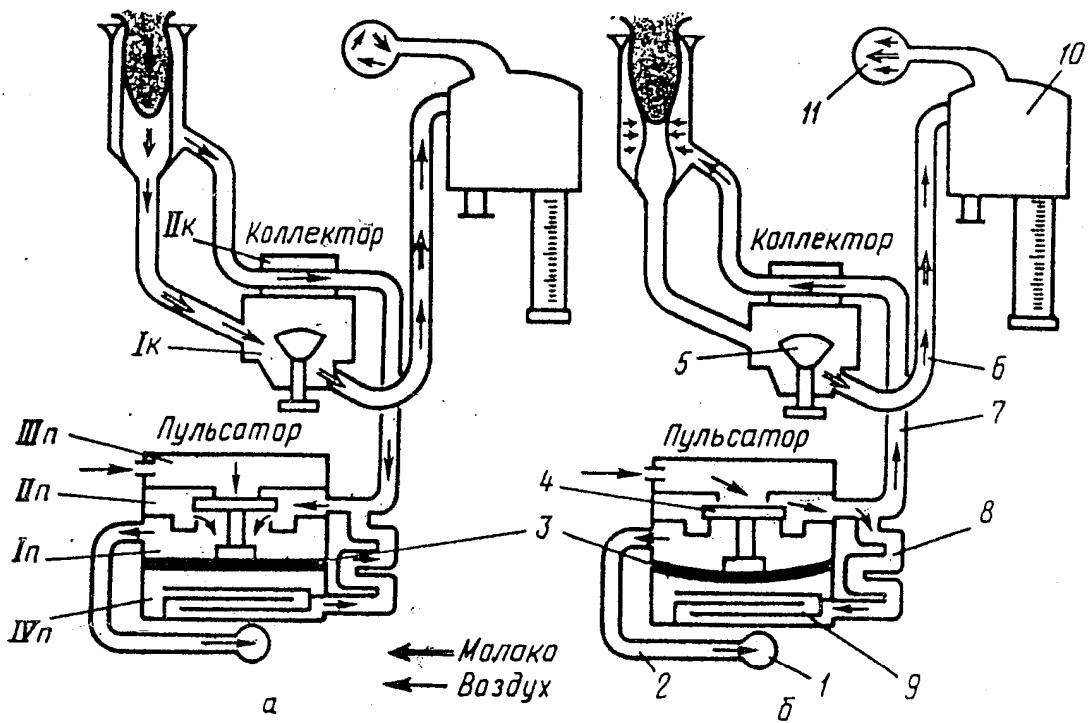


Рис. 4 Схема работы двухтактного аппарата:

*a* — торт сосания; *b* — торт сжатия; *Iк* и *Iп* — камеры постоянного вакуума коллектора и пульсатора; *IIк* и *IIп* — камеры переменного вакуума коллектора и пульсатора; *IIIп* — камера постоянного атмосферного давления пульсатора; *IVп* — управляющая камера переменного вакуума пульсатора; *1* — вакуум-магистраль; *2* — вакуумный шланг; *3* — мембрана; *4* — клапан; *5* — клапан коллектора; *6* — молочный шланг; *7* — шланг переменного вакуума; *8* — канал дросселя; *9* — дроссель; *10* — зоотехнический счетчик молока; *11* — молокопровод

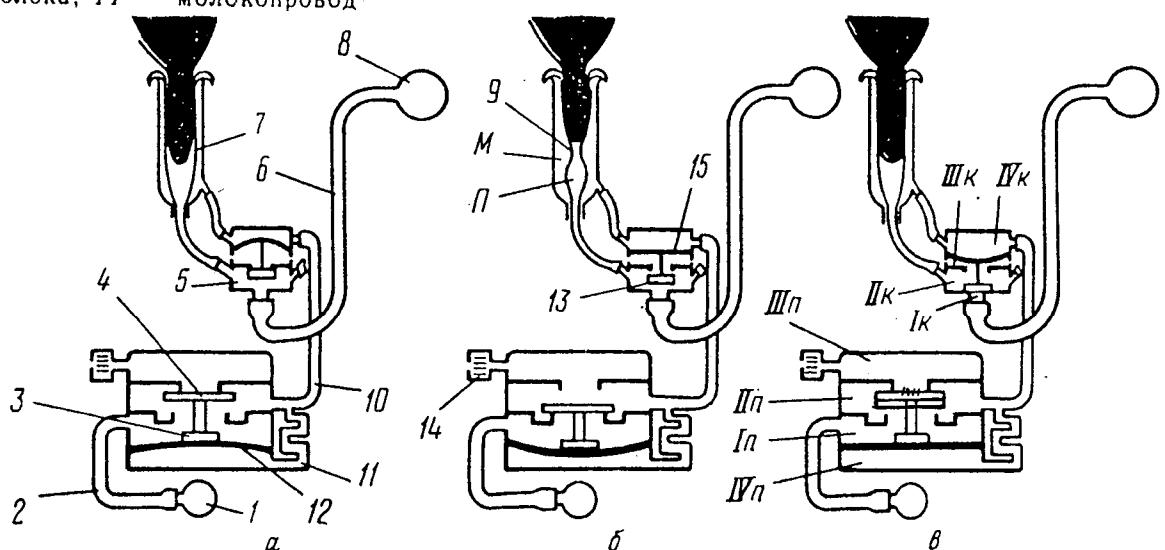


Рис. 5 Схема работы трехтактного аппарата:

*a* — торт сосания; *b* — торт сжатия; *c* — торт отдыха; *Iп* и *Iк* — камеры постоянного вакуума; *IIп* и *IIк* — камеры переменного вакуума; *IIIп* и *IIIк* — камеры постоянного атмосферного давления; *IVп* — управляющая камера переменного вакуума; *IVк* — распределительная камера переменного вакуума; *П* и *М* — подсосковая и межстенная камеры стакана; *1* — вакуум-магистраль; *2* — вакуумный шланг; *3* — подпятник; *4* — клапан пульсатора; *5* — коллектор; *6* — молочный шланг; *7* — диспельный стакан; *8* — молокопровод; *9* — сосковая резина; *10* — шланг переменного вакуума; *11* — дроссельный канал; *12* — мембрана; *13* — клапан; *14* — воздушный фильтр; *15* — мембрана коллектора

В ходе такта сжатия воздух из камеры II<sub>n</sub> по каналу 11 перетекает в камеру IV<sub>n</sub>, в которой был вакуум. В камерах III<sub>k</sub> и IV<sub>k</sub> коллектора давление выравнивается. Возникает разность давлений между камерами II<sub>k</sub> и I<sub>k</sub>, за счет которой опускается клапан 13. Из камеры III<sub>k</sub> воздух проходит в молочную камеру коллектора и подсосковые пространства стаканов, создавая торт отдоха (см. рис. 5, в). В пульсаторе давление воздуха в камере IV<sub>n</sub> возрастает и так как площадь мембранны больше площадки давления клапана 4, то действие силы, направленное вверх, поднимает мембранию с клапаном 4, отсекая приток воздуха в камеру II<sub>n</sub> из камеры III<sub>n</sub> и открывая путь вакууму из камеры I<sub>n</sub> в камеру II<sub>n</sub> и далее в межстенные камеры стаканов с последующим формированием тонкого сосания. Затем последовательность тактов повторяется. Частота смены тактов зависит от сопротивления дроссельного канала 11 (его длины и сечения) прохождения воздуха. Во избежание изменения режима работы вследствие загрязненности воздуха и осаждении пыли в дросселе пульсатор оснащен фильтром 14 с бумажным наполнителем из иглопробивного нетканого материала, что позволяет исключить попадание механических примесей в управляемые камеры пульсаторы и межстенное пространство доильных стаканов.

Доильный аппарат «Волга» - трехтактный, он состоит из парата доильного ведра 1 (рис. 1), крышки 2, пульсатора 3, молочного жима шланга 6, воздушного шланга 5', коллектора 7 и четырех доильных стаканов. При доении в ведро в молочный шланг 6 на ляют стеклянную трубку.

Доильный стакан представляет собой алюминиевую гильзу 12 с сосковой резиной 11. От стакана отходят молочный 9 и вакуумный 8 патрубки.

Сосковая резина - цилиндрический стакан длиной 155 в верхней части, которого имеется присосок. Нижний конец сосковой резины соединен с молочной трубкой металлическим кольцом.

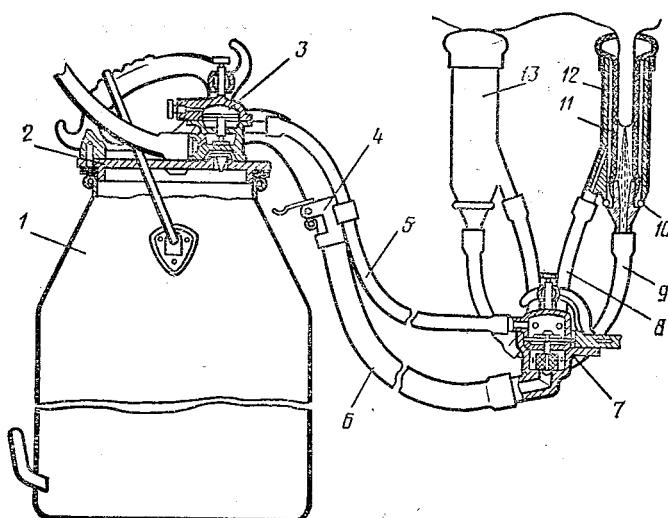


Рис. 6 Доильный аппарат «Волга»:

1 - ведро, 2 - крышка ведра, 3 - пульсатор, 4 - зажим молочного шланга, 5 – воздушный шланг, 6 – молочный шланг, 7 – коллектор, 8 – вакуумный патрубок, 9 – молочный патрубок, 10 – соединительное кольцо, 11 – сосковая резина, 12 – гильза стакана, 13 – доильный стаканы

Во время доения стаканы хорошо удерживаются на сосках так как в присоске всегда сохраняется небольшой вакуум.

Доильное ведро, вмещающее 20 л, герметически закрыто крышкой с резиновой прокладкой, в результате чего в ведре и камере коллектора поддерживается постоянный

вакуум. На крышке укреплены пульсатор, молочный патрубок, клапан для впуска воздуха в ведро и ручка, верхняя часть которой выполнена в виде гребенки. При помощи гребенки дужка ведра плотно прижимает крышку к горловине ведра. Это предохраняет крышку с доильными стаканами от опрокидывания при переноске аппарата.

Гребенка имеет два крючка, один из них предназначен подвешивания аппарата за кронштейн коллектора, а другой пользуется как ручка во время переливания молока из доильного ведра в бидон.

Пульсатор прикреплен к корпусу камеры обратного клапана. Во время работы воздух откачивается из пульсатора доильного ведра. При этом обратный клапан поднимается и свободно пропускает воздух. В случае понижения вакуума в три проводе обратный клапан опускается в гнездо и не пропускает воздух из трубопровода в ведро, предохраняя молоко от загрязнения. Это особенно важно при спадании магистрального вакуумного шланга с крана трубопровода.

В том случае, когда аппарат используется на доильной площадке, пульсатор монтируют на специальном штуцере, закрепленном на вакуумном трубопроводе установки.

Для отключения доильных стаканов от ведра на молочном шланге аппарата имеется зажим.

Схема работы трехтактного доильного аппарата представлена на рисунке 2 (в тот момент, когда давление в камере П-IV пульсатора равно атмосферному). Клапан 7 пульсатора с мембраной 9 находится внизу и соединяют камеры П-1 и П-11, закрыв доступ атмосферному воздуху в камеру П-11. Таким образом, в камерах К-11 и К-IV коллектора, а также в межстенных пространствах доильных стаканов образуется вакуум. Одновременно из подсоскового пространства через камеры К-1 и К-11 коллектора отсасывается воздух. В результате в доильном стакане (под соском и в межстенном пространстве) образуется вакуум, происходит торт сосания.

Под давлением воздуха, находящегося в камере П-IV пульсатора, мембрана плотно прижимается к камере П-II. Воздух из камеры П-IV через канал 11 переходит в камеру П-II. Сила, прижимающая мембранию, ослабевает, и одновременно растет сила, действующая на мембранию 9 вверх, потому что в камере П-III давление всегда атмосферное, а в камере П-IV увеличивается вакуум. Наступает такой момент, когда сумма сил, действующих на мембранию вверх, становится больше силы, действующей на клапан 7 (к этому времени в П-IV камере пульсатора устанавливается вакуум), и мембрана со стержнем переходит в верхнее положение. При этом камеры П-II и П-III пульсатора соединяются (рис. 2, б), атмосферный воздух заполняет последовательно камеру П-II, камеру К-IV и межстенные пространства доильных стаканов.

Если в подсосковом пространстве стакана вакуум, а в межстенном атмосферное давление, резина сжимается и происходит торт сжатия. Во время такта сосания и сжатия клапан коллектора плотно прижат кверху, потому что площадь мембранны больше, чем верхняя плоскость резинового клапана 4. Когда камера К-IV коллектора заполняется атмосферным воздухом (рис. 2, в), на мембранию клапана 4 действует сила, направленная вниз. При этом клапан опускается, соединяя камеры К-II и К-III коллектора между собой и одновременно перекрывая вход в камеру К-I. Атмосферный воздух из камеры К-III через камеру К-II по молочным трубкам доильных стаканов поступает в подсосковое пространство, и сосковая резина восстанавливает цилиндрическую форму за счет своих упругих свойств, в подсосковом пространстве давление равно атмосферному: наступает третий торт оттока.

Новые доильные аппараты «Нурлат», разработаны Российскими специалистами с использованием мирового опыта в изготовлении доильных аппаратов и учетом требований Российских производителей молока. Доильный аппарат «Нурлат» предназначен для быстрого и полного выдаивания высокоудойных коров на молочных фермах оборудованных молокопроводами всех типов и для доения в доильные ведра.

Основные отличия аппарата «Нурлат» от ранее выпускавшихся в России доильных аппаратов заключается в следующем:

1. Система двойного вакуума - облегчает взаимодействие между коровой, доильной установкой и оператором. Система двойного вакуума контролирует характер молокоотдачи, и в соответствии с этим изменяет режим работы аппарата обеспечивая три фазы доения:

Фаза стимуляции (мягкий массаж сосков) - начинается при низком уровне вакуума в 33 кПа после того, как оператор подсоединяет аппарат к корове и продолжается до тех пор пока уровень молокоотдачи не превысит 200 г/мин.

Фаза основного доения - начинается при достижении уровня молокоотдачи выше 200 г/мин. Уровень вакуума 50 кПа обеспечивают быстрое доение коров

Заключительная фаза - наступает когда молокоотдача падает ниже 200 г/мин, в этот момент аппарат переходит на работу в режиме низкого вакуума. При этом он выполняет такой же массаж сосков вымени, как и во время фазы стимуляции.

Таким образом, система двойного вакуума увеличивает на 20...25% , отдачу, исключая возможность травмирование сосков вымени и практически исключает заболевание коров маститом.

2. Пневматический пульсатор пожарного доения обеспечивает более легкое доение коровы, одновременно доится только два соска. Применение пульсатора поз локопроводе, ликвидировать молочные пробки и улучшить качество молока за счет снижения потерь жира.

3. Коллектор с увеличенным объемом до 225 см<sup>3</sup> - позволяет уменьшить образование пены, сохранить качество молока. Вакуумное колебания в коллекторе снижены на 50 %.

Для применения доильных аппаратов «Нурлат» не требуется переделок существующих молокопроводов.

К эксплуатации аппарата допускаются лица, прошедшие специальную подготовку по машинному доению коров и изучившие руководство по эксплуатации.

В данном реферате представлены два исполнения аппарата: аппарат ПАД 00.000 и аппарат ПАД 00.000-01.

## ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

### Назначение изделия.

Аппарат предназначен для комплектации систем машинного доения в молокопровод и систем машинного доения в ведро. Базовое исполнение аппарата ПАД 00.000 предназначено для систем доения в молокопровод, исполнение аппарата ПАД 00.000-01 - для систем доения в ведро.

Аппарат эксплуатируется совместно с любой доильной установкой или агрегатом, имеющих вакуумметрическое давление 50 кПа.

Аппарат обеспечивает два уровня вакуума при дойке, контролирует характер молокоотдачи и в соответствии с этим автоматически изменяет режим дойки.

Применение аппарата позволяет максимально приблизить процесс машинной дойки к естественному процессу, предотвратить травмирование сосков вымени, практически исключить заболевание коров маститом и увеличить на 20 — 25 % молокоотдачу.

Технические характеристики приведены в таблице 1

Наименование параметра, размерность      Значение параметра

|  |              |
|--|--------------|
| 1. Питающее вакуум метрическое давление, кПа                 | 50           |
| 2. Количество ступеней уровня вакуума, создаваемых аппаратом | 2            |
| 3. Режим доения  | 3 трехфазный |
| 4. Вакуумметрическое давление, создаваемое аппаратом, кПа:   |              |
| 5. Частота пульсаций, пул/мин:                               | 45           |

6. Уровень молокоотдачи, при котором происходит переключение режимов аппарата, г/мин 200

7. Относительная длительность тактов, %:

Сжатия, сосания 40...43, 60...57

8. Масса аппарата без упаковки, кг, не более 1,6

Аппарат изготавливается двух исполнений: аппарат ПАД 00.000 с блоком управления ПАД 01.000 — для систем доения в молокопровод; аппарат ПАД 00.000-01 с блоком управления ПАД 01.000-01 — для систем доения в ведро.

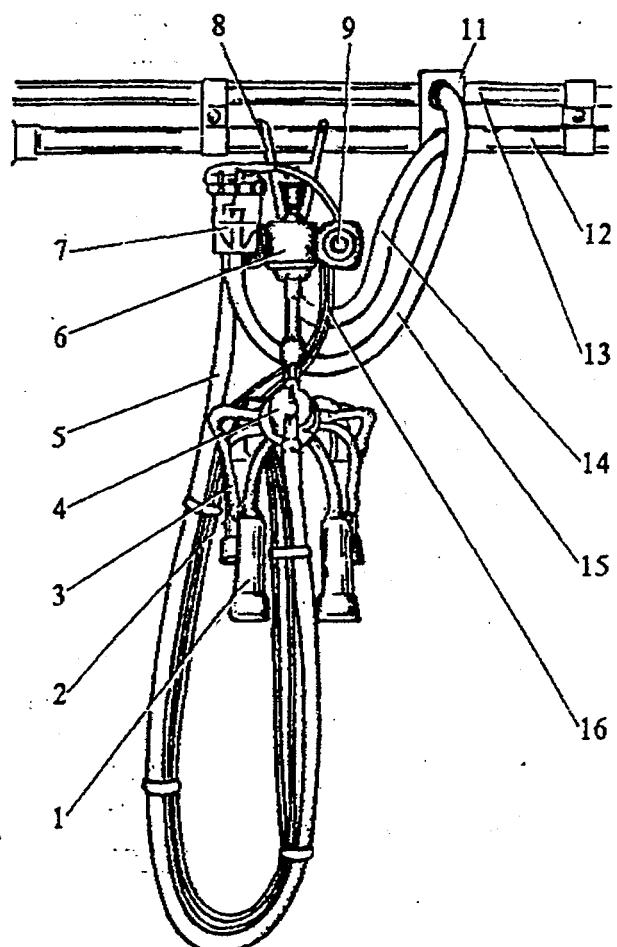


Рис. 1 Общий вид аппарата, установленного в молокопровод:

1- доильный стакан; 2- сосковая резина; 3- трубка; 4- коллектор; 5- молочный шланг; 6- блок управления; 7- приемник; 8- скоба; 9- пульсатор; 11- ручка АДМ.53.001-0); 12- вакуумпровод; 13- молокопровод; 14- вакуумный шланг; 15- молочный шланг; 16- шланг переменного давления

#### Устройство и работа

**Общие сведения.** Аппарат представляет собой вакуумное механическое устройство, питающееся от линии постоянного вакуума 50 кПа.

Аппарат обеспечивает два уровня вакуума: уровень низкого вакуума (33 кПа) и уровень высокого вакуума (50 кПа).

Конструкция аппарата автоматически контролирует в процессе дойки уровень молокоотдачи коровы (количество выделяемого коровой молока в единицу времени) и регулирует уровень вакуума в зависимости от конкретного уровня молокоотдачи.

При уровне молокоотдачи менее 200 г/мин аппарат обеспечивает уровень низкого вакуума, при молокоотдаче более 200 г/мин - уровень высокого вакуума.

### **Принцип работы.**

Функционально аппарат можно разделить на четыре блока: датчик молокоотдачи, двухпозиционный двухполостной вакуумный редуктор, задатчик пульсов и коллектор.

Принцип действия аппарата следующий: в датчике молокоотдачи происходит сравнение действительного уровня молокоотдачи с заданным уровнем, и в зависимости от соотношения действительного и заданного уровней молокоотдачи магнитный клапан, расположенный в вакуумном редукторе, переводит вакуумный редуктор с одного уровня вакуума на другой. Уровень вакуума, созданный вакуумным редуктором, определяет создаваемую задатчиком пульсов частоту смены тактов сжатия и сосания.

## **2.7 Лабораторная работа №7 (2 часа).**

**Тема: Устройство и принцип работы доильных установок**

**2.7.1 Цель работы:** Изучить рабочие процессы и конструкция современных доильных установок. Расчет молочной линии

### **2.7.2 Задачи работы:**

1. Изучить конструкцию современных доильных установок
2. Провести теоретические расчеты молочной линии

### **2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Доильная установка УДА-100
2. Доильная установка АДМ -8-А
3. Передвижная доильная установка «Mobimelk»
4. Методические указания
5. Плакаты

### **2.7.4 Описание (ход) работы:**

#### **ДОИЛЬНАЯ УСТАНОВКА С МОЛОКОПРОВОДОМ**

Установки типа УДА предназначены для доения коров в стойлах, транспортировки молока по трубопроводу из нержавеющей стали в молочное отделение, индивидуального и группового учета надоя, фильтрации, охлаждения молока и подачи его к месту сбора и хранения.

Доильная установка с молокопроводом выпускается под маркой УДА в двух исполнениях: УДА-100 — на 100 коров и УДА-200 — на 200 коров.

Технические характеристики доильных установок

| Показатель   | марка                          |                                |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
|  | УДА-100                        | УДА-200                        |
| Обслуживаемое поголовье  | 100                            | 200                            |
| Число операторов   | 2                              | 4                              |
| Число доильных аппаратов, с которыми одновременно работает один оператор, шт | 3                              | -1 j                           |
| Производительность установки коров в час.                                    | 56                             | 112                            |
| Тип доильного аппарата   | Двухтактный попарного действия | Двухтактный попарного действия |
| Потребляемая мощность, кВт   | 3,5                            | 7,6                            |

Устройство установки. Установка УДА-100 включает следующие основные узлы: водокольцевая вакуумная установка 1 (рис. 1) вакуум-провод 4, молокопровод 5, молокоприемник 8, молочный насос 9, фильтр молока 10, пластинчатый охладитель 6, блок управления и счетчик группового надоя фематроник-с 7, доильную аппаратуру- 15, автомат промывки молочной линии 12.

Водокольцевая вакуумная установка УДА-100 1 предназначена для откачки воздуха из вакуум провода и молокопровода, и создания тем самым вакуумметрического давления. Она состоит из водокольцевого вакуумного насоса и электродвигателя,

смонтированных на металлической емкости для воды. Привод насоса осуществляется через клиноременную передачу.

Для уменьшения колебания вакуума в вакуумной линии между вакуум-проводом и вакуумной установкой установлен вакуум-баллон 2.

Вакуум - баллон представляет собой цилиндр, в который сверху вмонтированы два трубчатых угольника для соединения с вакуум-проводом и насосом. В нижней части баллона крепится крышка. После пуска насоса за счет вакуума, образовавшегося в баллоне, крышка плотно закрывается. После окончания работы вакуум в баллоне падает и крышка открывается. Скопившийся во время работы конденсат и промывочная вода сливаются в канализацию.

Вакуум-провод предназначен для откачки воздуха из межстенных камер доильных аппаратов и создания тем самым вакуумметрического давления, необходимого для их работы. Кроме того, вакуум-провод служит опорой для крепления молокопровода.

Стойловые ветви вакуум-провода монтируют из оцинкованных труб с уклоном в сторону молочной на расстоянии 400 мм от внутреннего (по отношению к корове) края кормушки. На пониженных участках (у центрального прохода) устанавливают автоматические клапаны спуска конденсата. Магистральный участок вакуум-провода (от вакуум-баллона 2 до стойловых ветвей), включая подвод к молокоприемнику 8.

Вакуум-провод оборудован вакуум-регулятором 3, который служил для поддержания вакуума в заданных пределах во время работы установки.

На вакуум-проводе установлено три вакуумметра: в помещении вакуум-насосной, в молочном отделении у молокоприемника и в центральном проходе коровника. Вакуумметр служит для измерения и контроля вакуума

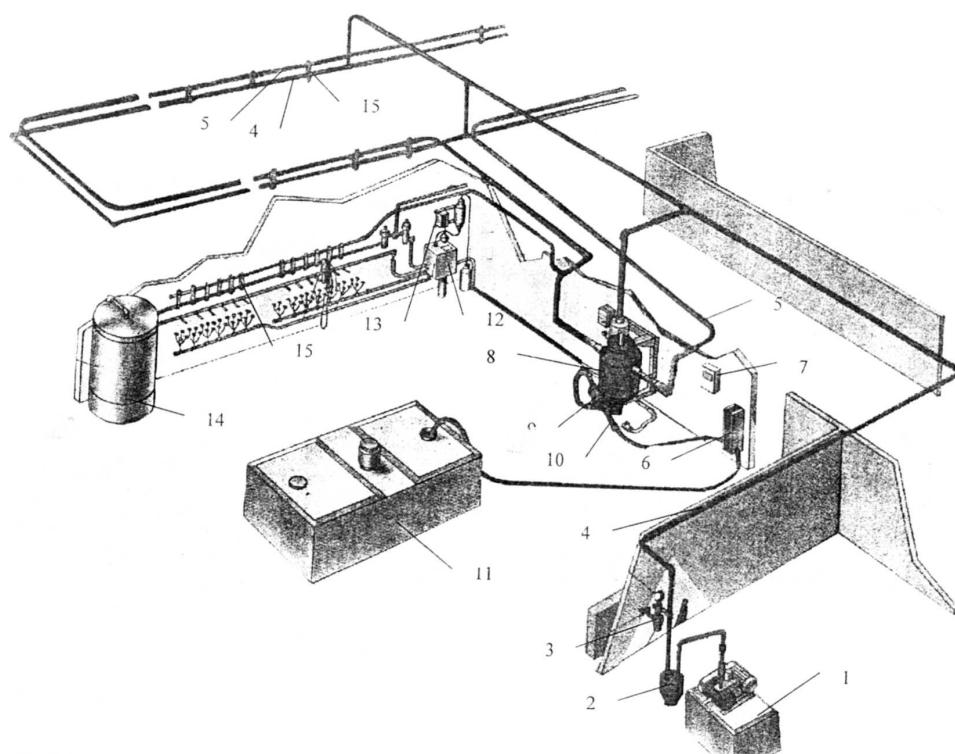


Рис. 1 Доильная установка УДА-100;

1 - водокольцевой вакуумный насос , 2- ресивер, 3 - вакуумный регулятор, 4 – вакуум-провод, 5 –молокопровод, 6 – пластинчатый охладитель, 7 – фематроник - с, 8 – молокоприемник, 9 – молочный насос, 10 – фильтр, 11 – резервуар молока, 12 – автомат промывки, 13 - блок управления промывкой, 14 – электроводонагреватель, 15 – кран.

в системе. Шкала вакуумметра градиуируют обычно в кПа иногда встречаются в мм. рт. ст. и кг\* с/мм . (735,0 мм.рт.ст =:1 кг\*с/мм≈98,06 кПа)

К вакуум-проводу крепят трубы молокопровода, поэтому должны быть обеспечены его прямолинейность в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также постоянство уклона в сторону молочного отделения.

Молокопровод предназначен для подачи рабочего вакуума в подсосковые камеры доильных стаканов и транспортировки молока от доильных аппаратов к молокоприемнику.

Трубы молокопровода соединяются между собой при помощи молочных кранов (рис.2.) и соединительных муфт.

Для обеспечения нормального вакуумного режима доения и проезда кормораздатчика в перерывах между дойками установка УДА - 100 оснащена устройствами подъема молокопровода над проходами в коровнике.

Каждое устройство крепится к торцевым участкам вакуум-провода на шарнирно соединенных кронштейнах. Подъем и удержание молокопровода на высоте 2,6 м над полом кормового проезда осуществляются при помощи веревки и системы блоков.

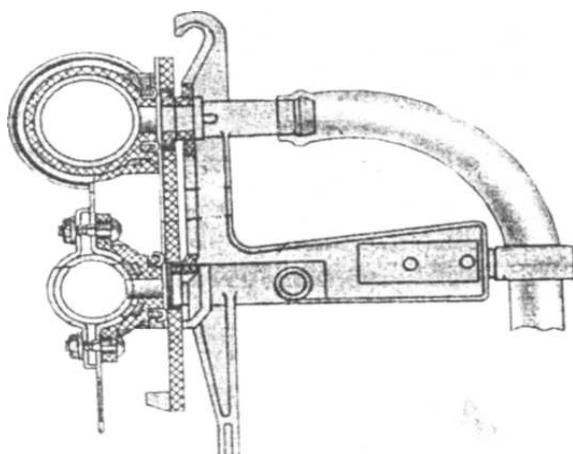


Рис. 2 Молочный кран.

Подъемные участки молокопровода во время доения должны быть опущены до уровня стойловых ветвей. В противном случае излишнее количество молока скапливается в молокопроводе, что затрудняет отсасывание

воздуха, приводит к значительным колебаниям, снижению вакуума и неполному выдаиванию коров.

Значительно ухудшают вакуумный режим дойки изгибы и провисания молокопровода, а также отсутствие постоянного его уклона в сторону молочного отделения. Указанные недостатки, так же как и прососы воздуха в соединениях труб молокопровода, недопустимы для всех модификаций доильных установок.

Молокоприемник предназначен для сбора молочно-воздушной смеси из ветвей молокопровода, разделения воздуха от молока и для последующего отсоса воздуха в вакуумный насос и подачи молока в линию первичной обработки на очистку, охлаждение и хранение.

Молокоприемник включает в себя стеклянный молоко-сборник 1 (рис. 3) с поплавковым датчиком 3, предохранительную камеру 5 с вакуумным краном, молочный насос 2 с пультом управления 6. Перечисленные узлы молокоприемника смонтированы на общей раме.

Молоко-сборник 1 (рис. 3) представляет собой стеклянную емкость на 50 л, имеющую четыре отверстия: два по бокам - для ввода молока из молокопровода, одно вверху - для подсоединения к магистральному вакуум-проводу и одно внизу для вывода молока через молочный насос наружу.

Отсос воздуха из молокосборника 1 осуществляется через крышку, в которой вставлены распределитель моющей жидкости и разбрзгиватель. Распределитель представляет собой пластмассовый тройник 7 и служит для подачи моющей жидкости.

Предохранительная камера 5 разборная; она состоит из корпуса и крышки и предназначена для предотвращения потерь молока при случайных отказах молочного насоса и переполнении молокосборника. Кроме того, предохранительная камера исключает возможность засасывания молока или моющего раствора вакуум-проводом.

В случае переполнения молокосборника и предохранительной камеры

поплавок вслыхивает и резиновой прокладкой перекрывает гнездо магистрального вакуум-провода. При этом молочная линия доильной установки отключается от источника вакуума и доение прекращается. После устранения недостатка, вызвавшего переполнение молокосборника, молоко из камеры откачивается молочным насосом без потерь. Если вакуумный насос при этом не выключали, поплавок останется прижатым к гнезду вакуум-провода.

На доильной установке используется модернизированный молочный насос НМУ-6 исполнения 03.

Так же, как и основное исполнение насоса, новый вариант относится к типу центробежных, одноступенчатых, одностороннего всасывания.

Насос состоит из неразборной и разборной частей. Неразборная часть включает в себя электродвигатель 1 (рис. 4), фланец 3, вкладыши 2, две шпильки 16 и наконечник 15.

В разборную часть входят пружина 4, обойма 5, уплотнитель 6 наконечника, стенка 7, крыльчатка 9, корпус 10 с уплотнительным кольцом 8, клапан 12, который при помощи гайки 14 уплотняет соединение патрубка 13 с корпусом 10.

Разборную часть насоса присоединяют к неразборной двумя гайками. Нормальная работа насоса обеспечивается правильным его монтажом, соединением разборных частей и исправностью уплотнительных элементов.

При монтаже центр оси насоса должен находиться на одном уровне или ниже центра сливного патрубка той емкости, из которой происходит откачивание жидкости. Осевое уплотнение насоса обеспечивается по месту контакта графитового кольца уплотнителя 6 со втулкой стенки 7. Радиальное уплотнение создает резиновая манжета уплотнителя 6, наложенная на наконечник 15. Поэтому соприкасающиеся поверхности этих деталей должны иметь зеркальную чистоту и быть без рисок и царапин. Уплотнение нарушается по мере износа графитового кольца и истирания резины манжеты.

### **Молочная в режиме промывки.**

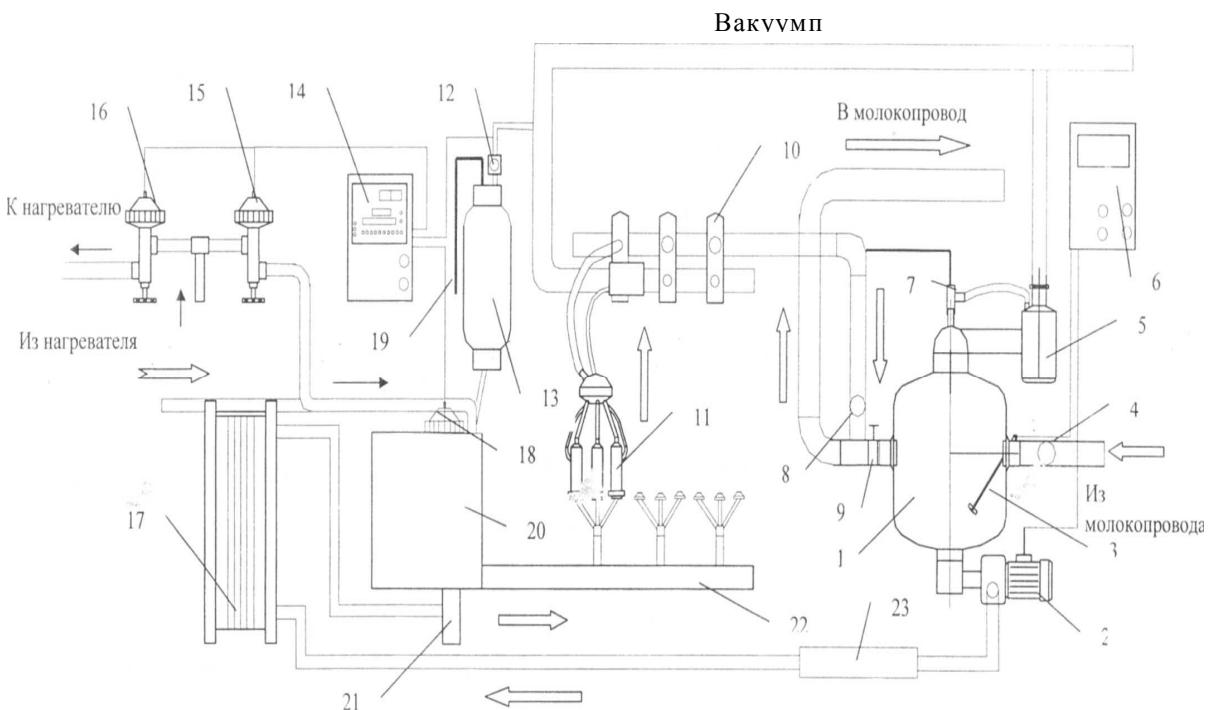
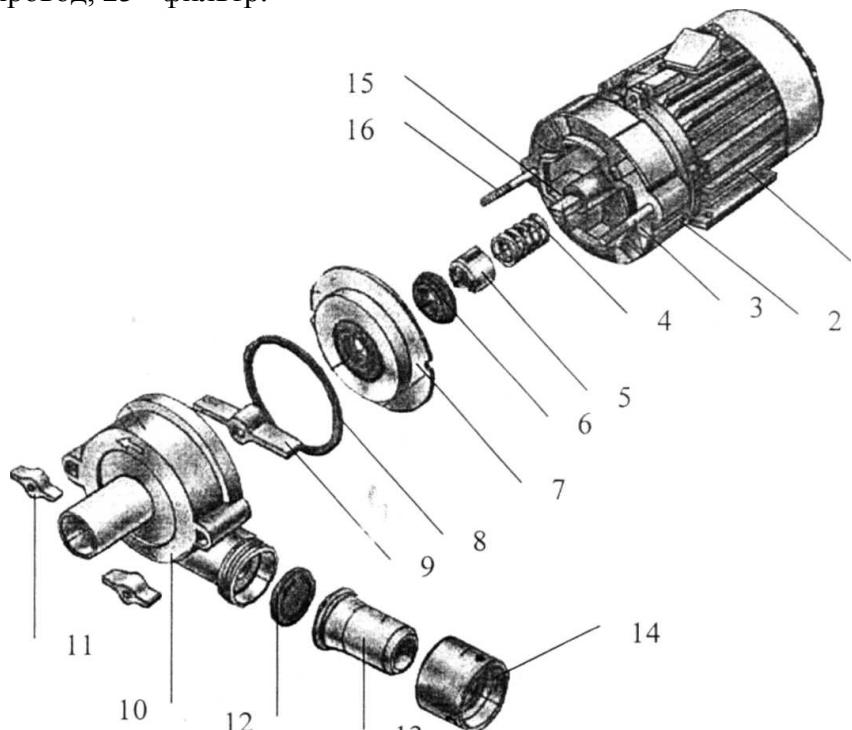


Рис. 3. Молочная 1 - молокоприемник, 2 - молочный насос, 3 - датчик уровня, 4 -- отверстие для извлечения пыжа, 5- предохранительная камера, 6 - блок управления фематроник-с, 7 - форсунка, 8 - отверстие для извлечения пыжа, 9 - заслонка, 10 - кран, 11 - доильный аппарат, 12 - кнопка заправки моющего средства, 13 - дозатор моющего средства, 14 - блок управления промывкой, 15 - кран холодной воды, 16 - кран горячей воды, 17 - пластинчатый охладитель, 18 - краны управления, 19 - шланг заправки моющего раствора, 20 -бак автомата промывки, 21 - труба слива, 22 - всасывающей трубопровод, 23 - фильтр.



1—электродвигатель; 2—вкладыш; 3—фланец; 4 — пружина; 5 — обойма; 6 — уплотнитель наконечника; 7 — стенка; 8 — уплотнительное кольцо; 9 — крыльчатка; 10 — корпус; 11— гайка; 12 — клапан обратный; 13 — патрубок нагнетательный; 14 — гайка; 15 — наконечник привода крыльчатки; 16— шпилька крепления разборной части насоса

Ресурс этих деталей определяется временем работы молочного насоса, поэтому не следует допускать постоянного вращения насоса в продолжение всего доения.

Для исключения отказов техническое обслуживание обязательно должно носить планово-предупредительный характер. Инструкцией предусмотрены ежемесячный визуальный контроль состояния деталей с разборкой насоса и своевременная замена неисправных частей.

Для обеспечения надежности технологического процесса доения на ферме необходимо иметь запас быстроизнашивающихся частей на случай аварийных отказов.

Фильтр молока 23 (рис. 3) предназначен для очистки молока от механических примесей на доильных установках с молокопроводом. Он состоит из стального нержавеющего корпуса, направляющей со стальным проволочным каркасом, двух переходников с гайками и фильтрующего элемента в виде чулка, насаживаемого на каркас. Фильтроэлемент удерживается на каркасе резиновым кольцом.

Для работы входной переходник фильтра подсоединяют к нагнетательному патрубку молочного насоса так, чтобы неочищенное молоко поступало снаружи фильтрующего элемента и под напором, создаваемым насосом, проходило, очищаясь от засорений, внутрь и далее на охладитель молока и к месту его сбора.

В связи с высокой тонкостью фильтрации новый элемент задерживает не только посторонние механические примеси, но и хлопья, сгустки молока от коров, пораженных маститом. В таких случаях он является своеобразным индикатором состояния здоровья стада и указывает на необходимость ветеринарного вмешательства.

При установке фильтра в работу необходимо следить за тем, чтобы поток молока через чулок был направлен снаружи внутрь, как указывалось выше. В противном случае кроме ухудшения качества очистки молока и быстрого засорения пор фильтрующего элемента может произойти разрыв чулка, так как в этом случае проволочный каркас уже не служит упрочнением изделия (чулка).

Магнитный датчик 3 предназначен для автоматического контроля уровня молока в молокосборнике и подачи соответствующего электрического сигнала на блок управления 6. Датчик состоит из трубы в которой установлены герконовые контакты и поплавка, внутри которого имеется магнит. При движении поплавка по трубке магнит замыкает близ расположенный герконовый контакт и подается соответствующий электрический сигнал.

Блок управления Фематроник-с 6 (рис. 3) выполняет следующие функции:  
включения и отключения молочного насоса;  
групповой учет надоенного молока.

На блоке управления на лицевой стороне установлен жидкокристалический экран, на котором выводится информация о количестве надоенного молока в килограммах. Также имеются кнопки управления:

работа, переводит блок в режим доение;  
мойка, переводит блок в режим промывки;  
брос, удаляет данные о последнем надоенном молоке;  
насос, принудительного включения насоса.

Сбоку блока установлены кнопки настройки. С помощью их настраивают блок управления, вводят массу молока откачиваемого за одно включение насоса, а также остатка в молокоприемнике после окончания доения. Эту настройку выполняется при монтаже специалистами.

Блок работает следующим образом. При достижение молока определенного уровня в молокоприемнике поплавковый магнитный датчик 3 дает соответствующий сигнал в блок управления 6. Блок включает, при верхнем уровне молока, молочный насос и отключает при нижнем. При каждом включение насоса откачивается определенная порция молока. Блок управления считает число включений насоса и выдает на экран количество надоенного молока в килограммах, так как в нем заложена информация о массе откачиваемой порции.

Автомат промывки предназначен для поддержания молочной линии доильной установки в нормальном санитарном состоянии. В состав молочной линии входят все детали и узлы установки, соприкасающиеся во время доения с молоком.

Устройство (см.рис.3) включает в себя коллекторную трубу 22 с промывочными головками, в которые вставляют доильные стаканы 11, трубу с молочными кранами 10 для подключения ручек доильных аппаратов, автомат промывки 20, блок управления 14.

Блок управления ESR 02 В 14 предназначен для автоматического управления циклом промывки молочной линии. Он выполняет следующие технологические операции:

ополоскивание молочной линии перед началом и после окончания доения;

дозировку и подачу моюще-дезинфицирующих концентратов при ручном управлении этими операциями:

циркуляционную промывку молочной линии;

ополоскивание молочной линии чистой водой от остатков моющего раствора;

откачуку остатков воды из молокосборника;

выключение вакуумного молочного насосов, а также командного прибора.

Автомат промывки состоит из блока управления 14 (рис. 3), пневмомеханических вентиляй холодной 15 и горячей 16 воды, дозирующего устройства 13 и бака 20. На баке смонтирован пневматические краны 18, которые тягами соединены с клапанами переключения программы промывки на циркуляцию или на слив в канализацию.

Внутри в верхней части бака 20 закреплена чаша 2 (рис. 5), куда вручную перед началом промывки засыпают порошок моющего средства или заливают его жидкий концентрат.

На лицевой панели блока управления 14 (рис. 3) расположены две кнопки управления программы, сигнальные светодиоды и цифровой индикатор.

С помощью желтой кнопки оператор выбирает режим промывки (А - преддоильная промывка, В - основная промывка), а зеленой осуществляет запуск программы. При одновременном нажатии обеих кнопок блок управления переходит в ручной режим работы. При этом желтой кнопкой мы можем выбирать номер операции, а зеленой ее запускать.

Красные светодиоды показывают наличие соответствующего напряжения, желтые режим работы, зеленые выполняемое действие автоматом в текущей операции. Цифровой индикатор показывает номер выполняемой операции.

Дозатор 13 предназначен для дозированной подачи жидкого, моющего концентрата в бак 20 рис. 3. Он через один штуцер и кнопку управления соединен с вакуум проводом, а через другой штуцер шлангом 19 соединяется с канистрой моющего (кислотного) концентрата. В сливной горловине дозатора установлен обратный клапан, который закрывается при создании вакуума внутри дозатора и открывается под давлением столба жидкости после разваку-умиривания баллона и образования в нем атмосферного давления.

Схема работы доильной установки УДА-100 в режиме доения представлена на рисунке 1, режимы промывки рис. 3.

Перед началом работы необходимо выполнить следующие операции:

Проверить уровень воды в водосборнике водокольцевого вакуумного насоса 1 (рис. 1) и при необходимости долить.

Прополоскать молочную линию установки перед доением.

Переводим установку в режим доения. Для этого выходной молочный шланг отсоединяем от автомата промывки и подсоединяем к молочному резервуару.

На блоке Фематроник-с устанавливаем режим доения и сбрасываем показания счетчика группового надоя на «0».

Устанавливаем новый фильтрующий элемент в фильтр.

Открываем вакуумный кран в дозаторе и устранием все слышимые прососы воздуха в молочно-вакуумной линии.

Проверяем вакуум по вакуумметрам и, при необходимости регулируем.

Открываем кран подачи охлаждающей воды на пластинчатый охладитель.

После выполнения указанных операций можно начинать доение.

Доение на УДА-100 выполняют 2 оператора. Каждый из них обслуживает 50 коров и работает одновременно с тремя доильными

Каждый оператор доит закрепленную за ним группу коров, начиная с животного, ближе расположенного к молокосборнику. В этом случае в продолжение всего доения не будут образовываться участки с подсыхающим внутри труб молоком, что облегчит последующую промывку молочной линии.

При подключении аппарата к совмещенному молочному крану рис.2 происходит одновременное соединение пульсатора с вакуум проводом и коллектора с молокопроводом. При этом пульсатор начинает работать. Убедившись, что вакуум (по вакуумметрам 4) и частота пульсаций аппаратов соответствуют норме, оператор готовит корову и подключает к вымени доильный аппарат. При этом воздух, расходуемый пульсатором, отсасывается по стойловому и магистральному участкам вакуум провода, поступает в вакуумный насос и выбрасывается наружу.

Молоко из вымени через доильные стаканы поступает в коллектор, сюда же подсасывается атмосферный воздух через специальные отверстия или клапаны. Благодаря подсосу атмосферного воздуха в молочную камеру коллектора вакуум здесь снижается. В результате создается перепад давлений между молокопроводом (где вакуум постоянно выше) и коллектором. Под действием этого перепада давлений молоко в виде пробки поднимается по шлангу в молокопровод. Затем эта молочно-воздушная смесь по молокопроводу отсасывается в молокосборник. Здесь происходит разделение воздуха и молока. Воздух через предохранительную камеру и магистральный вакуум-провод откачивается наружу вакуумным насосом. Молоко молочным насосом выводится из молокосборника, прокачивается через фильтр, пластинчатый охладитель и поступает в резервуар-охладитель для доохлаждения и временного хранения.

Контрольное доение выполняют с применением счетчиков УЗМ-1 А.

Доение коров после отела, а также больных животных проводят в переносные ведра. Для этого молочный шланг длиной 2,5 м снимают с коллектора, подключают на штуцермагистрального вакуума крышки ведра, а молочный штуцер крышки ведра соединяют с коллектором дополнительным шлангом длиной 0,8 м.

При эксплуатации молокопровода нельзя допускать работы на одной его петле (на 50 коров) более четырех доильных аппаратов и более одного оператора одновременно. При несоблюдении этого условия происходит перегрузка молокопровода молоком, а также воздухом, поступающим из доильных аппаратов во время их нормальной работы или при случайных прососах. В результате происходят значительные колебания и снижение вакуума, что приводит к торможению рефлекса молокоотдачи у коров и плохому удержанию стаканов на сосках как во время доения, так и в особенности при машинном додаивании. В результате коровы полностью не выдаиваются, из-за чего снижаются надои и жирность получаемого молока.

Освобождение молочной линии от остатков молока по окончании доения выполняют следующим образом.

Каждый оператор несколько раз последовательно открывает и закрывает первый молочный кран на своей ветви молокопровода. В результате этого оставшееся в трубах молоко поступает в молокосборник и далее насосом подается в резервуар-охладитель.

Затем закольцовывают молокопровод путем закрытия заслонки 9 (рис. 3) и в отверстие 8 устанавливают пыж из губки. Под действием перепада давлений спереди и сзади губки она перемещается по молокопроводу, вытесняя оставшееся молоко в молокосборник. Пройдя по молокопроводу, губка останавливается перед молокосборником в ловушке, и вынимается через отверстие 4.

После этого опорожняют молокосборник и записывают показания группового счетчика.

Прекращают подачу охлаждающей воды в охладитель.

Для слива молока из фильтра и молочных шлангов необходимо подать 10 л чистой воды через верхнюю часть молокосборника, после чего включить молочный насос и водой вытеснить молоко в резервуар.

### Промывка

Промывка молочной линии после доения проводится следующим образом (рис.3). Молочный шланг, по которому молоко подавалось от охладителя к резервуару, подключают к баку 20 автомата промывки.

Из молочного фильтра 23 извлекают фильтрующий элемент, а направляющую вставляют обратно в корпус фильтра.

Доильные аппараты 11 обмывают снаружи, подвешивают за коллекторы стаканами вниз на крючки устройства промывки, подключают стаканы к промывочным головкам коллекторной трубы 22, и подключают к кранам 11. На блоке управления фематроник-с устанавливаем режим промывка. Закрываем заслонку 9 и включаем вакуумный насос. Далее выполняют следующее.

Из канистры заполняют дозатор 13 необходимым количеством кислотного концентрата. Для этого опускаем шланг дозатора в канистру и нажимаем кнопку управления. Раствор под действием вакуума закачивается в дозатор. Если кислотная промывка не требуется, то заранее дозированный концентрат щелочного моющего средства или порошок вручную заливают (засыпают) в чашу бака 20.

После этого выбираем режим основной промывки, и нажимают кнопку запуска. При этом автоматически подается вакуум на включение вентилей холодной 15 и горячей 16 воды. Холодная вода поступает из водопровода через вентиль 15 в ба 20. При открытии вентиля 16 холодная вода из водопровода подается по трубопроводу в электроводонагреватель, откуда вытесняет горячую воду по трубопроводу в бак 20.

Вода начинает заполнять бак, достигнув определенного уровня поплавок 9 (рис. 5) дает сигнал о заполнение бака, блок управления 14 (рис.3) открывает клапан 10 (рис. 5) с помощью пневмокрана 8 и она начинает засасываться в коллекторную трубу 20 (рис. 3), через промывочные головки в доильные аппараты 11, и поступает в молокопровод. Из молокопровода вода поступает в молокоприемник. При снижения воды в баке, до определенного уровня поплавок дает сигнал в блок управления и он закрывает клапан 10 (рис. 5) с помощью пневмокрана.

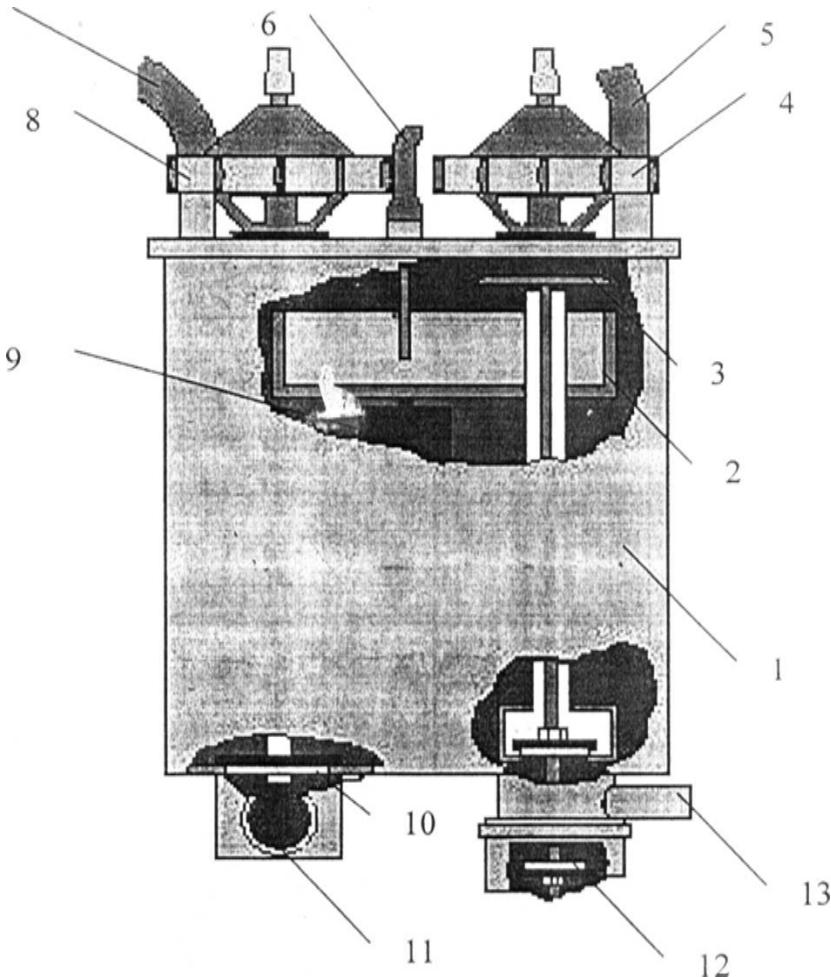


Рис. 5 Бак автомата промывки. 1 - бак; 2 - чаша; 3 - отражатель; 4,8 - пневмокраны; 5,7 - патрубки подачи холодной и горячей воды; 6 -штуцер подачи моющего раствора; 9 - поплавок контроля уровня воды; 10 - клапан подачи воды в коллекторную трубу; 11 - коллекторная труба; 12 - блок клапанов; 13 труба подвода воды от охладителя.

Вода вновь заполняет бак до определенного уровня и далее процесс повторяется

Одновременно с этим под действием вакуума вода засасывается из молокопровода через тройник 7 (рис.3) и подается в форсунку при этом она разбрызгивается и омывает стенки молокоприемника.

Проходное сечение тройника на воде в молокосборник таково, что вся жидкость не успевает в него пройти и часть воды направляется в предохранительную камеру 5 (рис. 3), промывая ее. Из камеры вода сливается по шлангу вниз на вход молочного насоса. Здесь потоки моющей жидкости соединяются и подаются молочным насосом через фильтр и пластинчатый охладитель в канализацию.

Во время проточного ополаскивания молочной линии моющий жидкий концентрат или порошок в чаше остаются нетронутыми, так как холодная и горячая вода подается в нижнюю часть бака, минуя чашу.

Примерно через пять минут вакуум подается на пневмокран 4 (рис. 5). В результате этого кран своим штоком подтягивает вверх блок клапанов<sup>^</sup>. При этом нижний сливной клапан закрывается, а верхний открывает доступ жидкости по трубе в чашу 2 и далее в бак 1.

Вода вымывает из чаши 2 моющий концентрат. В результате образуется горячий рабочий раствор моющего средства, который начинает циркулировать по замкнутым

контурам через доильные аппараты, молокопровод и пластинчатый охладитель молока. Горячая вода при этом продолжает подаваться в бак 1, а подача холодной воды прекращается.

При заполнение молокопровода водой подача ее прекращается и она циркулирует по замкнутому контуру в течение 15 минут.

Через 15 мин блок управления отключает пневмокран 4 (рис. 5) от вакуумпровода, шток с клапанами 12 опускается вниз, доступ раствора в бак 1 прекращается и вода начинает подаваться на слив в канализацию.

После слива блок управления включает подачу горячей воды, которая ополаскивает молочную линию от остатков моющего раствора примерно в течение 5 мин проточным способом.

Далее подача горячей воды в линию прекращается, а молочный насос

продолжает откачивать ее в канализацию. При этом подается воздух в молокопровод, он выгоняет остатки воды. В конце цикла автоматической промывки молочный насос кратковременно включается для удаления остатков воды из молокосборника. Затем автоматически выключаются вакуумные насосы и командный прибор.

Преддоильное ополаскивание молочной линии.

После основной промывки доильные аппараты остаются на промывочных розетках и все настройки выполненные не изменяются до следующего доения.

При проведение преддоильной промывки доильной установки подготовительные операции заключаются в следующем:

проверка соединений шлангов и трубопроводов;  
надежность установки доильных аппаратов на розетках.

После проверки включаем вакуумную установку и блок управления промывки.

Далее кнопкой выбираем режим преддоильной промывки и запускаем автомат.

Во время преддоильной промывки производится только проточное ополаскивание молочной линии водой без моющих средств.

По окончании цикла преддоильного ополаскивания подается воздух в молокопровод, он выгоняет остатки воды. В конце цикла автоматической промывки молочный насос кратковременно включается для удаления остатков воды из молокосборника. Зачем автоматически выключаются вакуумные насосы и командный прибор.

## **2.8 Лабораторная работа №8 (2 часа).**

**Тема: Охладители молока МХУ-8С**

**2.8.1 Цель работы:** Изучить принцип действия и конструкцию холодильной установки.

### **2.8.2 Задачи работы:**

- 1.Изучить назначение, устройство и принцип работы МХУ-8 С.
- 2.Ознакомится с технологической схемой машин и определить ее место в системе оборудования молочного отделения.
- 3.Вычертить технологическую схему и составить отчет.

### **2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

- 1.Холодильная установка МХУ-8С
- 2.Экспериментальная доильная установка послойного намораживания.
3. Термометр.
4. Секундомер

### **2.8.4. Описание (ход) работы:**

#### ***Схема рабочего процесса холодильной машины.***

Паровая компрессионная фреоновая холодильная машина (рис. 1) представляет собой замкнутую герметичную систему, состоящую из четырех основных элементов: компрессора 1, конденсатора 2, регулирующего вентиля 3 и испарителя 4.

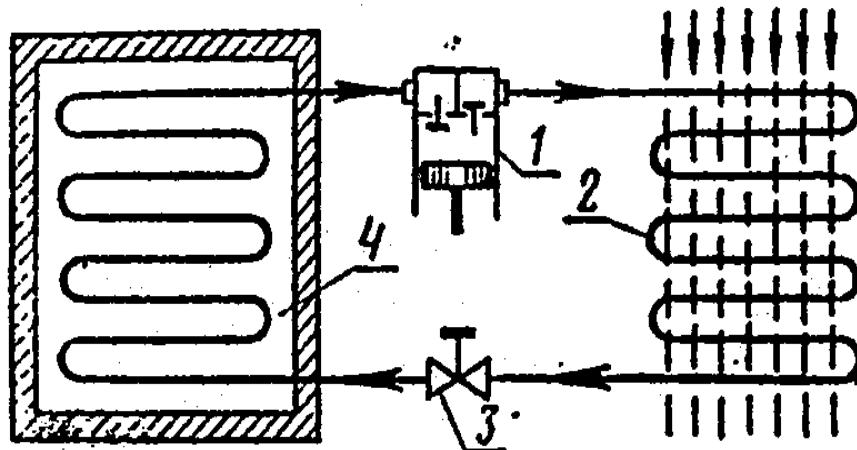


Рис. 1 *Схема компрессионной холодильной установки:* 1 - компрессор; 2 - конденсатор; 3 - регулирующий вентиль; 4 – испаритель

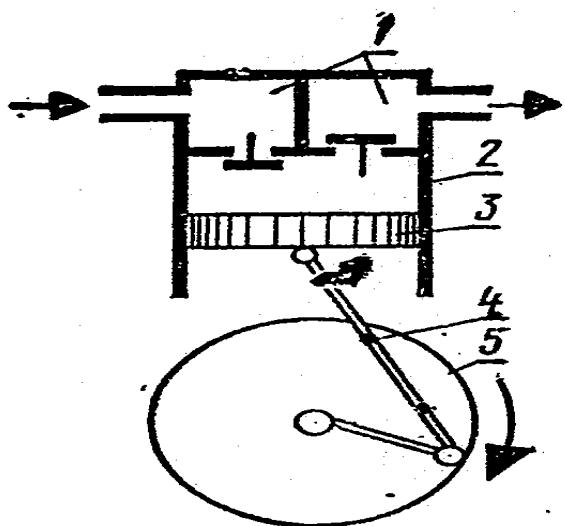


Рис. 2 Схема работы поршневого компрессора: 1 – клапаны, 2 – цилиндр, 3 – поршень, 4 – шатунно-кривошипный механизм, 5 - маховик

Компрессор (рис. 2) предназначен для отсасывания паров фреона из испарителя, поддержания в нем пониженного давления и сжатия паров фреона до давления, при котором становится возможной их конденсация.

Компрессор поршневого типа. Он состоит из вертикального цилиндра, в верхней части которого находится клапанная коробка со всасывающим и нагнетательным клапанами. Внутри цилиндра при помощи шатунно-кривошипного механизма совершают возвратно-поступательное движение поршень. При движении поршня вниз открывается всасывающий клапан и пары фреона заполняют цилиндр. Нагнетательный клапан при этом закрыт.

При движении поршня вверх всасывающий клапан закрывается. Поршень сжимает пары, в результате чего их температура возрастает. Когда давление сжатых паров превысит давление в конденсаторе, открывается нагнетательный клапан и поршень выталкивает пары из цилиндра в конденсатор.

В конденсаторе движущиеся по змеевику нагретые пары фреона охлаждаются воздухом (или водой) и конденсируются. Жидкий фреон поступает к регулирующему вентилю и через него в испаритель.

Регулирующий вентиль автоматически регулирует количество проходящего через него жидкого фреона в зависимости от изменения тепловой нагрузки испарителя: при большой тепловой нагрузке фреона проходит больше, при меньшей - меньше.

Вследствие малого сечения проходного отверстия регулирующего вентиля фреону приходится преодолевать большое сопротивление. А так как давление в испарителе ниже, чем в конденсаторе, то давление фреона, поступившего через регулирующий вентиль в испаритель, резко падает. Здесь фреон кипит, превращается в пар. Низкое давление в испарителе определяет низкую температуру кипения поступающего в него фреона. При кипении фреон поглощает тепло, забирая его у охлаждаемого объекта.

По мере продвижения фреона по каналу испарителя количество жидкости уменьшается, а количество паров фреона возрастает. Сухие, перегретые пары фреона отсасываются из испарителя компрессором и цикл повторяется.

Отсасывание паров фреона из испарителя, их сжатие, выталкивание из компрессора, движение по конденсатору и проход через регулирующий вентиль происходят за счет механической энергии двигателя компрессора.

*Автоматическая паровая компрессионная фреоновая холодильная установка МХУ-8С с промежуточным хладоносителем - водой и воздушным охлаждением*

конденсатора предназначена для работы в составе доильных установок АДМ-8, УДЕ-8, УДТ-6 и для охлаждения молока при его хранении, а также может быть использована как источник обратной холодной воды при охлаждении других продуктов.

Холодильная установка МХУ-8С (рис. 3) состоит из металлической ванны, заполняемой водой (аккумулятор холода). Внутри ванны (в воде) расположены панели испарителя 8. Над ванной установлена рама из труб, которая одновременно служит ресивером 3.

На раме-ресурсивере смонтированы: компрессор 1 с электродвигателем, конденсатор 2 с осевым электровентилятором, фильтр-осушитель 4, теплообменник 5, приборы управления. В комплект установки входит центробежный насос с электродвигателем, используемый для подачи воды из аккумулятора холода к месту охлаждения молока.

В качестве хладоагента используется фреон-12. Фреон 12 при атмосферном давлении кипит при температуре минус 29,8 °С. В воде нерастворим, безвреден для человека и пищевых продуктов. Очень текуч. При соприкосновении с открытым пламенем образует ядовитое вещество - фосген.

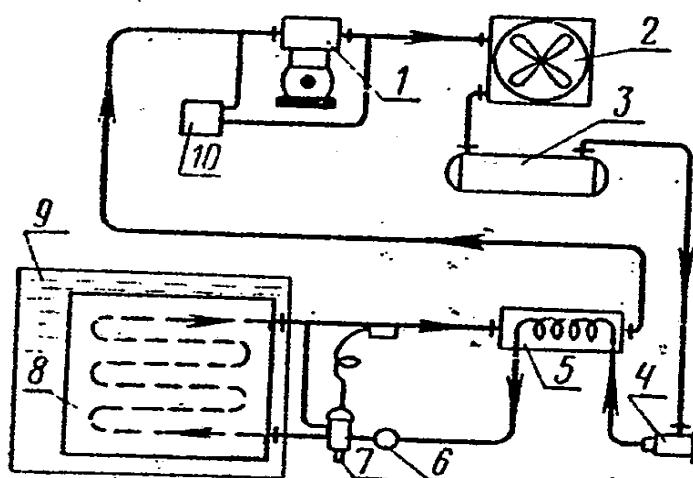


Рис. 3 Схема холодильной установки МХУ-8С: 1 – компрессор, 2 – конденсатор, 3 – ресивер, 4 – фильтр-осушитель, 5 – теплообменник, 6 – смотровое стекло, 7 – терморегулирующий вентиль, 8 – панели испарителя, 9 – ванна аккумулятора холодной воды, 10 – реле давления

**Компрессор** фреоновый, непрямоточный двухцилиндровый с вертикальным расположением цилиндров, с воздушным охлаждением. Он отсасывает пары фреона из испарителя и поддерживает в нем низкое давление 0,1...0,2 МПа (около 1...2 кгс/см<sup>2</sup>). Отсасываемые фреоновые пары компрессором сжимаются до 1...1,2 МПа (10...12 кгс/см<sup>2</sup>). При этом температура паров фреона поднимается до 57...77 °С. Затем горячие пары фреона поступают в конденсатор.

**Конденсатор** ребристо-трубчатый с воздушным охлаждением. Поверхность охлаждения около 60 м<sup>2</sup>. В конденсаторе пары фреона охлаждаются воздухом, просасываемым вентилятором, до температуры конденсации около 30 °С. Жидкий фреон из конденсатора стекает в ресивер-накопитель. Из ресивера фреон поступает в фильтр-осушитель;

**Фильтр - осушитель** предназначен для поглощения влаги из жидкого фреона, так как капли свободной влаги, оказавшейся во фреоне, замерзают в регулирующем вентиле и нарушают работу машины. Рабочим веществом для фильтра-осушителя является силикагель, который представляет собой бесцветные или голубоватые кристаллы

кремниевой кислоты, способные поглощать влагу в количестве 10% к собственной массе. Фильтр-осушитель монтируют на жидкостной линии установки.

Теплообменник - горизонтальный, змеевиковый, трехходочный, с поверхностью теплообмена около  $0,4 \text{ м}^2$ , максимальным допустимым рабочим давлением (избыточным), равным 1,2 МПа для жидкого фреона и 0,8 МПа для газообразного.

Он представляет собой цилиндрическую стальную трубу, внутри которой помещен трехходочный змеевик из медной трубы. По стальной трубе движутся пары фреона. По змеевику противотоком проходит жидкий фреон. Далее через терморегулирующий вентиль жидкий фреон поступает в испаритель. В испарителе жидкий фреон кипит, превращается в пар. Кипящий фреон отнимает тепло у теплоносителя, находящегося в ванне. По мере продвижения фреона по каналу испарителя количество жидкости уменьшается, а количество паров, образовавшихся в результате кипения, возрастает. Сухие, перегретые пары фреона испарителя отсасываются компрессором. Но, прежде чем попасть в компрессор, пары фреона проходят через теплообменник, где они подогреваются до температуры, близкой к 273 К ( $0^\circ\text{C}$ ), проходящим внутри медных змеевиковых трубок теплым жидким фреоном.

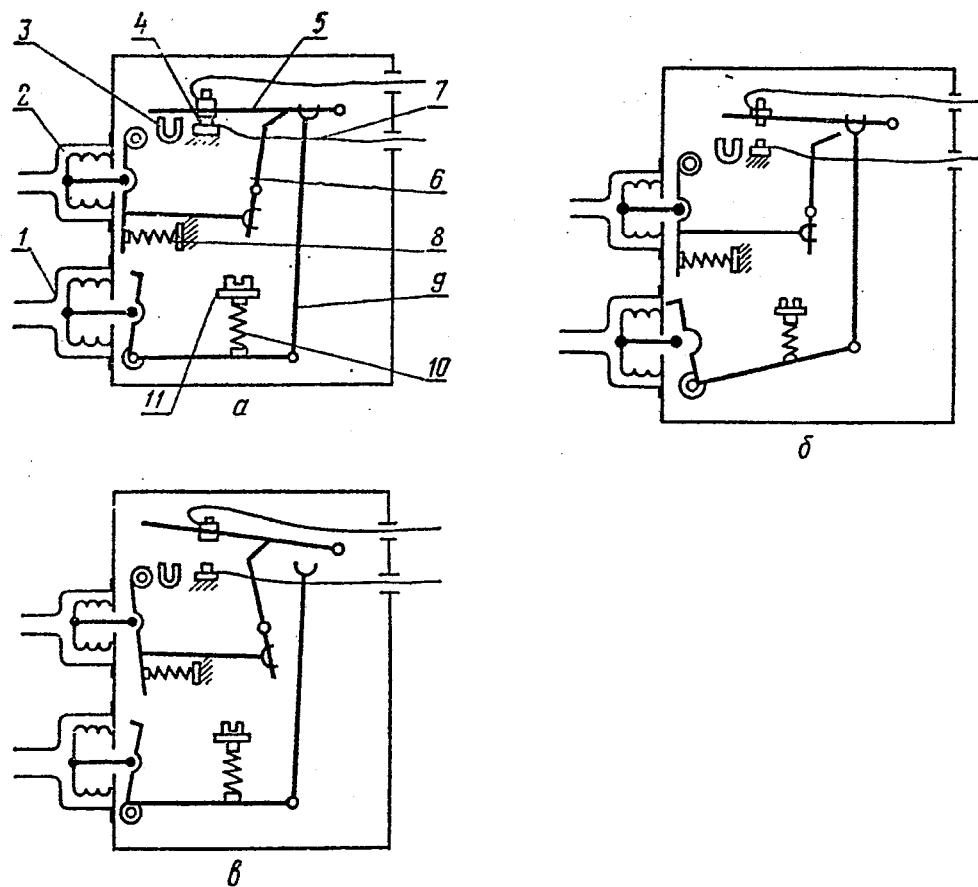


Рис. 4 Реле давления:

*a* - рабочее положение; *b* - сработал сильфон прессостата; *c* - сработал сильфон маноконтроллера; 1 - прессостат; 2 - маноконтроллер; 3 - магнит;

4 - электрические контакты; 5 - контактная пластина; 6 - механизм выключения;

7 - провода; 8 - пружина; 9 - рычаг; 10 - пружина; 11 - Г-образный рычаг

**Автоматические приборы МХУ-8С** (реле давления, терморегулирующий вентиль, термопреобразователь и датчик температуры) дают возможность поддерживать в заданных пределах давление фреона на линиях высокого и низкого давления, регулировать заполнение испарителя жидким фреоном, а также поддерживать в аккумуляторе холода заданную температуру паров фреона при замораживании льда и заданную температуру воды.

Реле давления служит для регулирования давления фреона в холодильной установке. Оно автоматически замыкает и размыкает электрические контакты в цепи питания катушки магнитного пускателя при изменении контролируемого давления. Во фреоновых холодильных установках применяют двухсильфонные реле давления РД-1 или РД-6.

Двухсильфонное реле давления РД-1 (рис. 4) объединяет два самостоятельно действующих механизма - маноконтроллер 2 (реле высокого давления) и прес состаг 1 (реле низкого давления). Оба механизма смонтированы в одном корпусе и воздействуют на одни и те же электрические контакты 4.

Сильфон прессостата подключен к всасывающему трубопроводу и непосредственно реагирует на изменения давления в испарителе. Сильфон маноконтроллера подсоединен к нагнетательному трубопроводу. В машинах МХУ-8С в реле давления сильфон прессостата настраивают на выключение (на размыкание контактов) при давлении 49 кПа и на включение (замыкание контактов) при давлении 98 кПа. Сильфон маноконтроллера настраивают на выключение при давлении 1,12 МПа и на включение при 0,88 МПа.

Работает реле следующим образом: если давление во всасывающей линии становится ниже нормы (49 кПа), то уменьшается и давление на сильфон прессостата. Под действием пружины 10 рычаг 11 поворачивается против часовой стрелки и воздействует на рычаг 9, который, в свою очередь, нажимает на контактную пластину 5, и контакты 4 размыкаются. Контакты 4 включены в цепь катушки магнитного пускателя электродвигателя компрессора. При размыкании контактов 4 электродвигатель компрессора останавливается.

При восстановлении давления во всасывающей линии до нормы рычаг 11 поворачивается по часовой стрелке и тяга 9, воздействуя на контактную пластину 5, замыкает контакты.

При увеличении давления в линии нагнетания выше нормы (1,12 МПа) сильфон 2 сжимается и, преодолевая пружину 8, поворачивает рычаг против часовой стрелки. Собачка механизма мгновенного выключения 6 отбрасывает контактную пластину 5, и контакты 4 размыкаются. При снижении давления в линии нагнетания до 0,88 МПа пружина 8 устанавливает рычаг в исходное положение, и контакты 4 замыкаются.

Постоянный магнит 3, устанавливаемый на панели, обеспечивает быстроту замыкания и размыкания контактов 4, что уменьшает искрообразование и подгорание контактов.

Терморегулирующий вентиль. При колебаниях тепловой нагрузки охлаждаемого объекта (бака аккумулятора холода) и, следовательно, испарителя изменяется количество выкипающего в нем жидкого фреона в единицу времени. Чем выше тепловая нагрузка, тем больше жидкого фреона превратится в пар. Поэтому при повышенной тепловой нагрузке должно увеличиваться и поступление жидкое фреона в испаритель, при снижении тепловой нагрузки поступление жидкого фреона должно уменьшаться, т. е. в единицу времени в испаритель должно поступать столько жидкого фреона, сколько его выкипает.

Если при повышении тепловой нагрузки поступление жидкого фреона не увеличивать, то теплопередающая поверхность испарителя используется не полностью, его производительность снижается, что экономически невыгодно.

Если при снижении тепловой нагрузки не уменьшать поступления жидкого фреона в испаритель, то произойдет его переполнение. Жидкий фреон может попасть во всасывающий трубопровод, затем в компрессор и вызвать гидравлический удар, что может привести к аварии.

Для автоматического регулирования подачи жидкого фреона в испаритель в установках типа МХУ-8С применяют терморегулирующие вентили ТРВ. Терморегулирующий вентиль регулирует заполнение испарителя жидким фреоном в

зависимости от температуры паров фреона, отходящих от испарителя. В установках типа МХУ-8С чаще встречаются терморегулирующие вентили с внешним уравновешиванием (рис. 5).

Терморегулирующий вентиль состоит из термопатрона 1, капиллярной трубы 2, мембранны 3, регулировочного винта 4, стержня клапана 5, пружины 6, клапана 8 и камеры 7. Термопатрон, капилляр и полость над мембраной заполнены фреоном-12. Мембрана толщиной 0,15 мм сделана из бериллиевой бронзы. Для увеличения гибкости на поверхности мембранны нанесены кольцевые гофры. На клапан снизу действует пружина 6, стремящаяся закрыть отверстие, через которое поступает фреон.

Полость под мембраной соединена со всасывающим трубопроводом компрессора. Термопатрон крепится к всасывающему трубопроводу на выходе из испарителя. Он воспринимает тепло отсасываемых паров фреона из испарителя и поэтому должен быть хорошо термоизолирован от окружающей среды.

Работает терморегулирующий вентиль следующим образом. Жидкий фреон под большим давлением через отверстие клапана поступает в камеру 7, давление фреона снижается, в результате чего часть жидкого фреона испаряется, охлаждается и уже в виде парожидкостной смеси поступает в испаритель.

По мере продвижения по испарителю парожидкостная смесь кипит и полностью превращается в пар. Кипя, фреон отнимает тепло от охлаждаемой воды в баке аккумулятора.

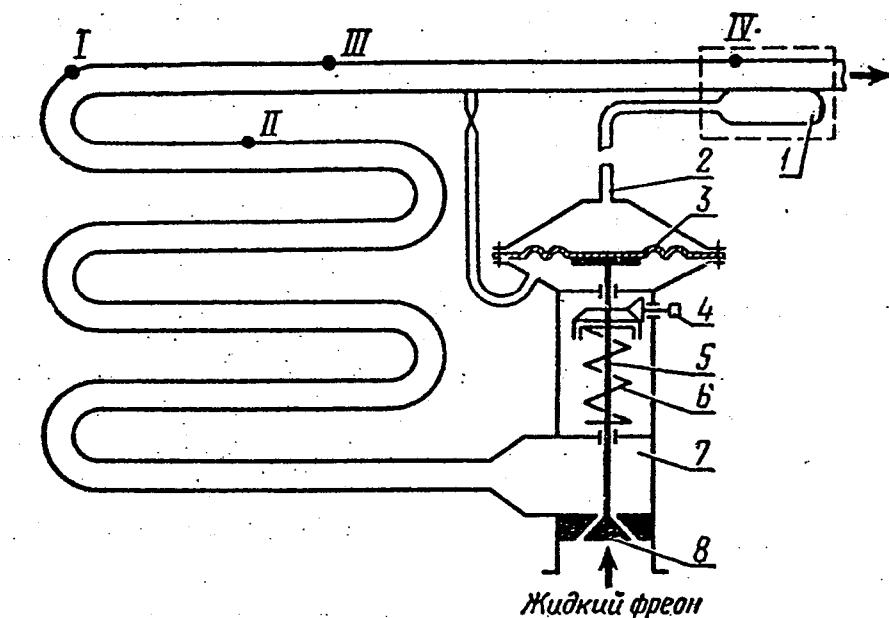


Рис. 5 Схема терморегулирующего вентиля:

1 - термопатрон; 2 - капилляр; 3 - мембрана; 4 - регулировочный винт; 5 - стержень клапана; 6 - пружина; 7 - камера; 8 - клапан

Предположим, что в точке I весь фреон превратился в пар. При дальнейшем движении паров фреона от точки I до точки IV происходит перегрев пара, т. е. повышение его температуры по отношению к точке кипения. Терморегулирующие вентили настраивают таким образом, чтобы температура перегрева паров фреона была в пределах 3...4 °C.

Термопатрон, устанавливаемый в точке Ю, воспринимает тепло перегретых паров, находящийся в нем фреон нагревается, увеличивается в объеме и давит на мембрану 3.

Пространство под мембраной соединено со всасывающим трубопроводом. Снизу на мембрану действует давление, равное давлению паров фреона, выходящих из

испарителя. Если температура паров фреона на выходе из испарителя (в точке IV) станет несколько выше установленного значения, а это происходит тогда, когда кипение фреона заканчивается в точке II, то давление, создаваемое в термопатроне и в пространстве над мембраной, окажется выше, чем давление под мембраной. В результате этого мембрана 3 прогнется вниз, надавит на стержень клапана 5, который, преодолевая силу пружины 6, откроет клапан 8. Поступление фреона в испаритель увеличится.

Чем выше температура паров фреона на выходе из испарителя, тем больше прогиб мембранны вниз, больше открывается клапан, больше фреона поступает в испаритель. Когда достигается необходимое заполнение испарителя фреоном, температура паров фреона на выходе испарителя оказывается на уровне заданного режима - 3...4  $^{\circ}\text{C}$ . Дальнейшее повышение давления в гермопатроне и в камере над мембраной прекращается, и клапан опускаться дальше не будет.

Так происходит до тех пор, пока перегрев паров фреона не достигнет заданного значения.

При снижении тепловой нагрузки испарение фреона будет заканчиваться в точке III. Перегрев паров фреона уменьшается, в результате чего снижается давление в термопатроне и в камере над мембраной. Оно оказывается ниже давления в камере под мембраной. В этом случае клапан поднимается вверх и подача фреона уменьшается. Если клапан полностью закрывается, подача фреона в испаритель прекращается.

Так работает терморегулирующий вентиль при правильной его регулировке. На заданный перегрев его регулируют, изменяя натяжение пружины 6, регулировочным винтом 4. Регулировку можно производить только на холодном терморегуляторе. Вращая винт по часовой стрелке, сжимают пружину и тем самым уменьшают поступление фреона в испаритель, а, следовательно, повышают перегрев паров фреона. При вращении против часовой стрелки ослабляют пружину, при этом поступление жидкого фреона в испаритель увеличивается, перегрев паров фреона понижается.

**Термореле ТР-1** (рис. 6) применяется для поддержания заданного значения температуры паров фреона в испарителе при замораживании льда. Температура паров фреона в испарителе зависит от ряда факторов, в том числе и от толщины слоя льда, намораживаемого на панелях испарителя; с увеличением толщины слоя приток тепла к фреону от охлаждаемой воды уменьшается, с уменьшением слоя льда приток тепла увеличивается. Следовательно, при помощи реле ТР-1 можно регулировать процесс замораживания льда на панелях. Термореле, замыкая и размыкая контакты, включает и выключает электродвигатели компрессора и вентилятора холодильной установки.

Термореле состоит из силовой части, узла регулировки и электроконтакта. Силовая часть - герметически закрытая система, заполненная фреоном-12. Она состоит из термопатрона, капиллярной трубки и сильфона. В узел регулировки входят регулировочный винт, пружина с шайбами, втулка и муфта. На верхней шайбе имеется указатель температуры, а на корпусе прибора - температурная шкала.

Узел электроконтакта состоит из неподвижного контакта с регулировочным винтом, контактной пластины, пластинчатой пружины, подсоединеной к контакту, и постоянного магнита.

Термопатрон 5 реле ТР-1 закрепляют на всасывающем трубопроводе. По мере увеличения толщины слоя льда на панелях испарителя температура испарения фреона в испарителе понижается. Это приводит к снижению давления фреона в термопатроне и сильфоне 8 реле. Пружина 2 давит на шток 9. Он, двигаясь вниз, нажимает на пластину, и контакты 4 размыкаются.

В холодильных машинах МХУ-8С термореле настраивают на отключение электродвигателей компрессора и вентилятора при температуре фреона на выходе из испарителя минус 5  $^{\circ}\text{C}$ .

Датчик температуры (термоконтактор ТК) (рис. 7) предназначен для поддержания температуры воды в аккумуляторе холода в пределах 2...4<sup>0</sup>С при автоматическом режиме работы холодильной машины.

Датчик температуры не регулируется. Его устанавливают в аккумуляторе холода. Контакты датчика включены в электрическую схему управления. При температуре воды 2<sup>0</sup>С термоконтактор отключает электродвигатели компрессора и вентилятора, а при повышении ее до 4<sup>0</sup>С включает электродвигатели.

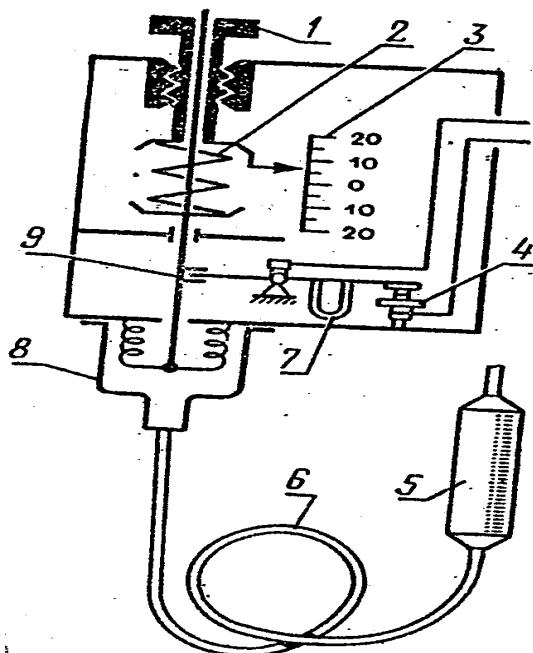


Рис. 6 Схема термореле:

- 1 – регулировочный винт, 2 – пружина, 3 – шкала, 4 – электрические контакты,
- 5 – термопатрон, 6 – трубка, 7 – постоянный магнит, 8 – сильфон, 9 - шток

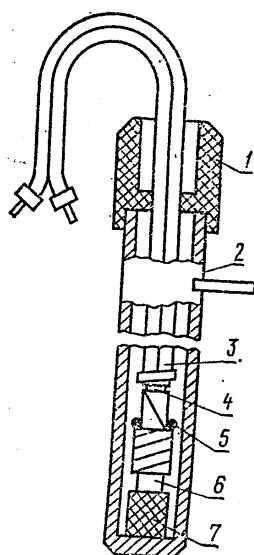


Рис. 7 Схема датчика температуры:

- 1 – муфта, 2 – корпус, 3 – провод, 4 – ввод проводов в термоконтактор,
- 5 – верхний держатель, 6 – термоконтактор ТК-9, 7 – нижний держатель

На животноводческих фермах холодильную установку МХУ-8С применяют для охлаждения молока. Молоко по трубопроводу поступает в пластинчатый охладитель, где оно, пройдя по лабиринту между пластинами, выходит из охладителя и поступает в

цистерну для хранения. Ледяная вода из бака-аккумулятора холода насосом ледяной воды подается в охладитель, навстречу движению молока. В охладителе молоко и вода движутся противотоком каждый в своем лабиринте.

Через пластины, разделяющие лабиринты, происходит теплообмен между молоком и водой. Вода из пластинчатого охладителя поступает в бак - аккумулятор холода, где охлаждается.

Установку включают за 5 ч до начала охлаждения молока. За это время на испарителе намерзает до 500 кг льда. Лед тает за 2 ч, обеспечивая охлаждение 2000 кг молока с 37 до 8<sup>0</sup>C.

### **Зависимость температуры замерзания хладоносителя от концентрации солей**

| <b>Хлористый натрий</b>            |                                     | <b>Хлоористый кальций</b>          |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Содержание соли на 100 кг воды, кг | Температура замерзания раствора, 0C | Содержание соли на 100 кг воды, кг | Температура замерзания раствора, 0C |
| 0,1                                | 0,0                                 | 0,1                                | 0,0                                 |
| 7,5                                | - 4,4                               | 13,0                               | - 7,1                               |
| 15,7                               | - 9,8                               | 28,0                               | - 21,2                              |
| 25,0                               | - 16,6                              | 31,2                               | - 25,7                              |
| 26,9                               | - 18,2                              | 32,9                               | - 28,3                              |
| 29,0                               | - 20,0                              | 34,6                               | - 31,2                              |
| 30,1                               | - 21,2                              | 42,7                               | - 55,0                              |
| 31,1                               | - 17,2                              | 45,4                               | - 41,6                              |

В тех случаях, когда необходимо продукт (мясо, битую птицу, рыбу и т. п.) охладить до температуры ниже нуля, в качестве хладоносителей применяют водные растворы поваренной соли (NaCl) или хлористого кальция (CaCl). При растворении в воде этих солей можно получить рассолы с достаточно низкой температурой замерзания (табл.1).

Из таблицы видно, что, добавив в 100 л воды 30,1 кг поваренной соли или 42,7 кг хлористого кальция, получим самую низкую температуру замерзания раствора. Дальнейшее повышение концентрации раствора вызывает не снижение, а повышение температуры замерзания.

Раствор поваренной соли применяют при охлаждении не ниже - 12<sup>0</sup>C, так как при более низких температурах сильно увеличивается вязкость раствора хладоносителя и увеличивается расход энергии на его перекачивание. В системах, где требуется охладить до температуры ниже - 12<sup>0</sup>C, применяют раствор хлористого кальция.

В случае отравления хладоном пострадавший дол-

жен быть выведен на свежий воздух или в чистое теплое помещение. При этом рекомендуется освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды и дать ему возможность согреться. Затем пострадавший должен выпить крепкий сладкий чай или кофе, после чего в течение 30...45 мин вдыхать кислород.

При раздражениях слизистой оболочки рекомендуется прополоскать нос и горло водой или 2%-ным раствором соды. При попадании хладона в глаза необходимо обильно промыть их струей чистой воды. До прихода врача следует надеть темные защитные очки.

Если попавший на кожу хладон вызвал обмораживание, следует окунуть пораженное место на 5...10 мин в теплую воду (35...40<sup>0</sup>C) или сделать общую ванну.

После осторожного высушивания кожи нужно наложить на нее мазь и повязку или просто смазать поврежденную поверхность.

Для первой доврачебной помощи используют следующие средства: нашатырный спирт, двухглекислую соду, валериановые капли, пеницилличиновую мазь, салфетки, вату, бинты (стерильные), баллон с медицинским кислородом, темные защитные очки.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Каково назначение компрессора, конденсатора, ресивера, фильтра-осушителя, теплообменника, испарителя?
2. В чем состоит назначение, устройство и работа реле давления?
3. Каково назначение терморегулирующего вентиля, как он устроен и работает?
4. Как осуществляется регулирование заданного температурного режима в охлаждаемом объекте?

## **2.9 Лабораторная работа №9 (2 часа).**

### **Тема: Пастеризационная установка ОПФ-1-300**

**2.9.1 Цель работы:** изучить установку для первичной обработки молока.

#### **2.9.2 Задачи работы:**

1. Назначение и техническая характеристика.
2. Устройство и принцип работы.
3. Подготовка к работе и правила эксплуатации.
4. Характерные неисправности.
5. Меры безопасности.

#### **2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Натуральный образец установки ОПФ-1-300

2. Плакаты

3. Методические указания

#### **2.9.4 Описание (ход) работы:**

##### **1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ**

Установка пастеризационно-охладительная пластинчатая  
 автоматизированная предназначена для центробежной очистки,  
 пастеризации, выдержки и охлаждения молока в закрытом потоке.

Пастеризация и охлаждение молока проходят при  
 автоматическом регулировании технологического процесса.  
 Который обеспечивает хорошие санитарно-гигиенические условия.  
 Исключает возможность выхода недопастеризованного молока.

Установка используется на крупных молочно-товарных фермах  
 и совхозных заводах, поставляющих цельное молоко для  
 пастеризации его при температуре 90-94°C с выдержкой 300 секунд  
 в соответствии с требованиями санветинспекции СССР к молоку от  
 больных коров.

##### **ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

|  |       |
|--|-------|
| 2.1. Производительность, л/ч                             | 1000  |
| 2.2. Начальная температура молока, °C                    | 10-35 |
| 2.3. Температура нагрева молока, °C                      | 92+2  |
| 2.4. Время выдержки молока, не менее, сек.               | 300   |
| 2.5. Температура охлаждения молока, не более °C          | 8     |
| 2.6. Коэффициент регенерации тепла, %                    | 80    |
| 2.7. Давление греющего пара, не менее кг/см <sup>2</sup> | 0,4   |
| 2.8. Рабочее давление в аппарате, кг/см <sup>2</sup>     | 2,4   |
| 2.9. Расход пара, кг/ч                                   | 20-30 |
| 2.10. Температура артезианской воды, °C                  | 10-12 |
| 2.11. Кратность расхода артезианской воды                | 3     |
| 2.12. Температура ледяной воды, не более, °C             | 2-4   |
| 2.13. Кратность расхода ледяной воды                     | 3     |
| 2.14. Количество секций                                  | 5     |
| 2.16. Рабочая поверхность теплообменной пластины         | 0,15  |
| 2.16. Количество пластин в аппарате:                     |       |
| а) секция регенерации I                                  | 11    |
| б) секция регенерации II                                 | 17    |
| в) секция пастеризации                                   | 16    |
| г) секция водяного охлаждения                            | 19    |
| д) секция водяного охлаждения                            | 29    |

|   |      |     |
|---|------|-----|
| 2.17. Тип пластины П-1 из стали 12Х18Н10Т         |      |     |
| 2.18. Размеры пластины, не более, мм:             |      |     |
| а) высота   | 800  |     |
| б) ширина   | 226  |     |
| в) толщина (металла)                              | 1,2  |     |
| 2.19. Габаритные размеры установки, не более, мм  |      |     |
| а) длина  | 3600 |     |
| б) ширина   | 3000 |     |
| в) высота   | 2500 |     |
| 2.20. Масса, кг, не более                         |      | 910 |
| 2.21. Электронасос 35-1Ц2, 8-20 для подачи молока |      |     |
| а) производительность, л/сек                      | 2,8  |     |
| б) напор, мм вод. ст.                             | 20   |     |
| 2.22. Насос 2К-20/18 для горячей воды             |      |     |
| а) производительность                             | 11   |     |
| б) напор, мм вод. ст.                             | 21   |     |

### 3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Пластинчатый аппарат снабжен теплообменными пластинами из нержавеющей стали, которые разбиты на пять секций: 1 ступень регенерации, 2 ступень регенерации, пастеризации, охлаждения артезианской воды и охлаждения ледяной воды. Секции отделены друг от друга специальными промежуточными плитами, имеющими по углам штуцера для подвода и отвода жидкостей. На пластине выбиты порядковые номера, те же номера указаны на схеме компоновок пластин.

Пластины прижаты к стойке при помощи плиты и нажимных устройств. Степень сжатия тепловых секций определяется по табличке со шкалой, установленной на верхней и нижней распорках. Нулевое деление устанавливается по оси болта вертикальной распорки и соответствует минимальному сжатию аппарата, обеспечивающему герметичность.

Система автоматики включает в себя следующие узлы, пульт управления, в котором размещены приборы контроля, регулирования и записи, а также электроприборы управления, сигнализации, защиты электродвигателей от коротких замыканий и перегрузок, перепускной клапан с электрогидравлическим приводом для автоматического переключения потока молока на повторный подогрев при температуре пастеризации ниже  $90^{\circ}\text{C}$ , регулирующий клапан с электрическим приводом для подачи определенного количества пара, согласно заданному температурному режиму молока, платиновый термометр сопротивления, служащий для получения первичных сигналов при применении температуры пастеризации, уравнительный бак с поплавковым регулятором прямого действия.

Молоко из танка (см. рис. 1) направляется самотеком или под напором в уравнительный бак 4, откуда насосом 3 подается в секцию регенерации I аппарата 1, а затем подогретое до температуры  $37\text{-}40^{\circ}\text{C}$  поступает в молокоочиститель 2 для очистки от механических примесей и идет на дальнейший подогрев в секцию регенерации II и секцию пастеризации, где нагревается до температуры  $90^{\circ}\text{C}$ . Из секции пастеризации молоко через электрогидравлический перепускной клапан 11 направляется в выдерживатель 6, находится там до в течение 300 сек. и далее поступает в секцию регенерации для отдачи тепла встречному потоку молока, поступающему в аппарат. После этого оно попадает последовательно в секции охлаждения 1У и У, где охлаждается до температуры  $8^{\circ}\text{C}$  и выходит из установки.

Для охлаждения молока используется артезианская и ледяная вода от холодильной установки типа МХУ-8.

Охлаждение молока до температуры не выше 8 °C возможно только при нормальной кратности подачи воды в секции охлаждения. Весь процесс пастеризации молока регулируется автоматически.

Требуемые температуры пастеризации молока поддерживаются электронным мостом. Регулировка плавная.

Запись температуры пастеризации молока ведется на диаграммной ленте контрольного прибора. Звуковая и световая сигнализации срабатывают при падении температуры пастеризации ниже 90°.

Перепускной клапан 11 автоматически переключает поток молока на повторный подогрев при падении температуры пастеризации молока ниже 90°, так как клапан через гидрореле связан с контактным устройством электронного моста контрольного прибора.

Молоко в секции пастеризации подогревается горячей водой подаваемой в аппарат насосом 3. Вода подогревается паром поступающим через инжектор 9 из паропровода, на которой установлен клапан 10, регулирующий подачу пара в зависимости от температуры пастеризации молока: при понижении температуры молока, подача увеличивается, при повышении уменьшается.

Регулирующий клапан 11 управляет электронным мостом. Первичный сигнал об изменении температуры пастеризации молока поступает от термометра сопротивления, который установлен на трубопроводе горячего молока после секции пастеризации. На трубопроводе охлажденного молока после секции ледяного охлаждения установлен термометр ТПГ-1У.

Перепускной электро гидравлический клапан служит для автоматического переключения потока молока на повторный подогрев при снижении температуры пастеризации молока. Он представляет собой клапан с гидрокамерой и электрогидравлическим реле.

Корпус перепускного клапана - из нержавеющей стали.

При включении установки в работу температура пастеризации в начальный момент ниже заданной, а поэтому на катушку электромагнита 17 гидрореле подается напряжение, замыкаются контакты электронного моста в цепь катушки электромагнита гидрореле. Через катушку электромагнита течет ток, под действием которого сердечник втягивается. Шток 13, непосредственно соединенный с сердечником катушки электромагнита, закрывает воде вход в гидрокамеру.

Под действием пружины 5 шток 3 находится в верхнем положении, выход молока на разлив перекрыт. В этом положении клапана молоко поступает на вторичный подогрев. По достижении температуры пастеризации молока контакты моста размыкаются, разрывая цепь катушки электромагнита 17 гидрореле. Шток 13 под действием пружины 12 перемещается и открывает воде вход в гидрокамеру клапана. Вода насосом 2к-9 подается в гидрокамеру через фильтр, давит на мембрану 8 и, преодолевая усилие пружины 5, перемещает в нижнее положение шток 3 клапана, который закрывает проход на вторичный подогрев и открывает выход на разлив. В этом положении клапана установка работает в заданном температурном режиме, т.е.  $91 \pm 2^{\circ}$ , и молоко поступает на разлив или в танк.

При падении температуры пастеризации ниже 90° замыкаются контакты моста MCP1-01, а также цепь катушки электромагнита 17, сердечник втягивается и, преодолевая усилие пружины 12 гидрореле, перемещает шток 13, который закрывает воде в гидрокамеру и одновременно открывает отверстие для слива воды из гидрокамеры. Вода под действием пружины 5 выталкивается из гидрокамеры сливную трубку, вследствие чего шток 3 клапана перемещается в верхнее положение, тем самым перекрывая проход на вторичный подогрев. В этом положении клапана молоко поступает из секции пастеризации в уравнительный бак, из которого вновь направляется насосом в аппарат, т.е. на повторный подогрев.

Разборку гидрореле необходимо производить в следующем порядке: снять корпус 10 и резиновую прокладку 23; отвернуть гайку 25, шайбу 24, снять втулку 21; снять опору 18 вместе с электромагнитом 17; разъединить шток 13 к сердечнику электромагнита; чтобы вынуть шток 13 из стакана 20, надо вывернуть винты, снять крышку 16, вынуть резиновую манжету 14, снять шайбу, пружину, вторую шайбу и вывернуть шпильку 22.

Сборку производят в обратном порядке, но при завертывании шайбы 24 производят регулировку. Подключают катушку электромагнита под напряжением 220 В. При подтянутом сердечнике поворачивают шайбу 24 до плотного прилегания резиновой прокладки к седлу клапана, при этом сердечник электромагнита начинает слегка дребезжать. Затем завертывают гайку 25 и включают несколько раз электромагнит. После нескольких включений сердечник электромагнита не должен дребезжать. Если же дребезжение не снимается, нужно отвернуть гайку 55 и отрегулировать шайбу 24.

Регулирующий электрогидравлический клапан служит для автоматической подачи пара.

Автоматическое управление электрогидравлический клапаном осуществляется электронным мостом пульта управления.

На пульте управления расположены следующие электроприборы, электронный мост - служит для записи показаний температуры пастеризации молока и имеет контактное устройство, с помощью которого осуществляется автоматическое управление перепускным клапаном и звуковая сигнализация в случае нарушения температурного режима, управление клапаном пара.

Переключателем управления пользуются для перевода работы системы регулирования с автоматического режима работы на дистанционный и наоборот.

При помощи кнопок управляют регулирующим клапаном пара в дистанционном режиме.

Кнопки управления служат для включения электродвигателей в работу, для выключения звукового сигнала.

Лампы сигнализируют о включении пульта и электродвигателей в работу. С помощью выключателя подают электроэнергию на пульт управления.

Центробежный молокоочиститель ОМ-1, предназначен для удаления из молока механических примесей. Происходит также очистка молока от лейкоцитов и эритроцитов крови, попавшей в молоко, частиц эпителия, скоплений микроорганизмов.

### **3. Подготовка изделия к работе и порядок работы**

Проверить правильность направления вращения валов насосов и молокоочистителя перед заполнением установки водой молоком.

Прежде чем пустить аппарат в работу, подожмите пластины до нулевой отметки на нажимном устройстве. При пуске пастеризатора на холодной воде в начальный момент возможна небольшая течь через уплотнительные прокладки пластин, при этом прекратите дальнейшее нажатие пластин, так как требуемая герметичность будет достигнута в процессе нагревания аппарата.

Простерилизовать аппарат и молочные трубопроводы перед пуском установки в работу. Для чего включите электропитание всей установки, затем молокоочиститель, залейте в уравнительный бак содовый раствор и включите насосы для молока и горячей воды, а также пустить пар. Промойте установку содовым раствором в течение 10-15 мин., а затем чистой водой, вытесняя из нее раствор.

После промывки содовым раствором аппарат хлорируют и стерилизуют. Стерилизация заключается в циркуляции воды ( $\tau=88^{\circ}$ ) через уравнительной бак с обратным возвратом в него при выходе из аппарата. При этом в аппарате не должно быть холодной воды, для чего перекройте краны на соответствующих трубопроводах.

Перед стерилизацией переключатель управления поставить в положение дистанционной работы. Проводите стерилизацию в течение 20-30 мин, с момента выхода из аппарата чистой воды при температуре 80-85°.

После окончания стерилизации вытесните воду из аппарата молоком и одновременно начните пастеризацию молока при разогретой системе. Это ускоряет начало нормального процесса пастеризации. Поставьте все приборы пульта в положение автоматического управления процессом. Белая сигнальная лампа возврата молока должна погаснуть.

#### **4. Порядок работы**

Пуск. После установки приборов на автоматическое управление включите подачу молока, подлежащего пастеризации, из молокохранительного танка в уравнительный бак, а затем насос для подачи молока в аппарат. К моменту пуска молока в установку сепаратор-м олоко очиститель должен работать на полных оборотах, иначе возможен перелив молока из барабана в чашу станины. Затем включите подачу горячей воды и пара. При таком порядке пуска молоко из уравнительного бака вытеснит воду, оставшуюся в аппарате после стерилизации. Воду спускайте до тех пор, пока на пойдем молоко. В начале работы установки недопастеризованное молоко из аппарата возвращается автоматически перепускным клапаном обратно в уравнительный бак. Эта циркуляция первых порций молока продолжается до тех пор, пока температура молока в секции пастеризации не достигнет 90. В этот момент включите подачу холодной воды.

Когда сработает перепускной клапан на подачу молока в выдерживатель, аппарат включается в работу по нормальной технологической схеме. Необходимым условием правильного пуска является непрерывная подача молока через аппарат и нагревание его при полном потоке, а в противном случае молоко сильно пригорает на пластинах и производительность аппарата резко падает.

Чтобы избежать засасывания воздуха в насос, необходимо в уравнительном баке поддерживать определенный уровень молока /не менее 300 мм/. При слишком низком уровне происходит засасывание воздуха вместе с молоком. Продолжительность непрерывной работы установки определяется степенью загрязненности молока. Объем шламового пространства барабана центробежного молокоочистителя рассчитан на продолжительность работ в течение 2-2,5 ч.

Остановка. Для прекращения работы закройте подачу молока в уравнительный бак. Когда остаток молока из бака уйдет в насос, сразу же в бак подайте воду для вытеснения молока из аппарата. Подачу воды продолжайте, пока из установки не перестанет поступать молоко. Этот момент определяют по виду струи пробой на вкус или замером плотности лактоденсимером; после вытеснения молока прекратите подачу пара, отключите молочный насос и насос горячей воды, затем остановите молокоочиститель. Если в этот день молоко больше пастеризовать не будут, то нужно отключить трубопроводы от молокоочистителя. Последний разобрать и промыть. Штуцер входа молока в секцию регенерации II аппарата шлангом или трубой из нержавеющей стали соединить со штуцером выхода молока из секции регенерации I. Далее проведите циркуляционную мойку согласно приведенной ниже инструкции.

Уход. Подавать в аппарат молоко непрерывно, так как перерывы приводят к пригару молока к пластинам. Проводить регулярно циркуляционную мойку раствором каустической соды, а раз в месяц (при односменной работе) промывать аппарат раствором азотной кислоты с последующей разборкой и чисткой пластин согласно инструкции по мойке. При безразборной мойке обязательно отсоединить молокоочиститель. Резьбу на тягах периодически смазывайте техническим вазелином.

Нужные поверхности установки содержать в чистоте. Детали барабана молокоочистителя тщательно промыть и просушить после чего барабан можно собрать.

Станину молокоочистителя и колпак после работы протирать влажной, а затем сухой тряпкой.

Перед пуском проверить правильность подсоединения коммуникаций, уровень масла в масляной ванне, освобожден ли барабан от тормозов, правильность вращения барабана. Барабан

должен плавно набирать обороты в течение 2-3 мин. После пуска молока стрелка манометра плавно поднимается до давления 1,2-1,6 кг/см<sup>2</sup>, что примерно соответствовать производительности 1000 л/ч. Производительность регулируется краном, установленным перед молокоочистителем. Во избежание разбалансировки барабана молокоочистителя, запрещается устанавливать на него детали с другого барабана. Два раза в год проводить осмотр механизма привода молокоочистителя: состояние подшипников, масляных трубок, пружин горловой опоры. При осмотре производить промывку масляной системы и заполнить ее свежим маслом.

В новом молокоочистителе первую замену масла производить после 20-30 ч работы, вторую - после 150 ч.

Верхнюю коническую часть вертикального вала перед посадкой барабана смазывать тонким слоем технического вазелина.

Циркуляционная мойка аппарата. Приготовить горячий раствор каустической соды (60-65°C) 1,5-2%-ной концентрации непосредственно в уравнительном баке, полученный раствор должен циркулировать в аппарате непрерывно в течение 15-30 мин. Через 5 мин. после включения насоса ослабить степень сжатия пластин на 2-3 оборота стягивающей гайки. Затем аппарат промыть горячей водой в течение 15-20 мин. до полного удаления раствора.

Альбумин, осаждающийся на теплообменных пластинах вначале достаточно мягок и его можно удалить, не разбирай аппарат. Разбирать пластинчатый аппарат для чистки необходимо через 15-20 дней. Выдерживатель необходимо разбирать и промывать раз в 7-10 дней. Для размягчения молочного камня, который осаждается на теплообменных пластинах, и восстановления металлического блеска пластин в уравнительный бак залить 1,6-2-ный раствор азотной кислоты. Раствор нагревается до температуры 65-70 °C и при этой температуре циркулирует в системе в течении 30 мин.

После этого аппарат промыть холодной водой до полного удаления кислоты (вытекающая вода проверяется лакмусовой бумажкой). Промытый аппарат разобрать и почистить жесткими щетками, смоченными в слабощелочной воде. После сборки аппарата промыть горячим раствором каустической соды (10 мин.), а затем горячей и холодной (10 мин.) водой. При промывке проверьте и подтяните при необходимости соединительные муфты и пакет пластин.

#### 4. Характерные неисправности и методы их устранения

| Неполадки                         | Сигнал   | Причина  | Способ устранения                          |
|-----------------------------------|--|--|--|
| Температура пастеризации ниже 90° | Звонок, загорается лампочка-сигнал о возврате молока (при температур | Мало давление пара<br>Не работает регулирующий клапан на паровой обвязке | Поднять давление пара.<br>Проверить клапан |

|      |                            |                                      |   |  |
|------|----------------------------|--------------------------------------|---|--|
|      | е<br>ии                    | пастеризац<br>ниже 90 <sup>0</sup> ) |   |  |
|      |                            |                                      | Не работают<br>электронный мост,<br>реле,<br>термометр<br>сопротивления.<br><br>Большое отложение<br>молочного камня на<br>пластинах (когда<br>температура ниже<br>90 <sup>0</sup> C) | Проверить работу<br>моста, реле,<br>термометра<br>сопротивления.<br>Остановить<br>установку и<br>прочистить<br>пластины. |
| ура  | Температ                   |                                      | Высокое давление<br>пара.   | Снизить давление<br>пара.  |
| ации | пастериз                   |                                      | Не работает<br>регулирующий<br>клапан   | Проверить клапан.  |
|      | выше 94 <sup>0</sup>       |                                      | Не работает<br>электронный мост,<br>реле,<br>термометр<br>сопротивления.  | Проверить работу<br>моста, реле,<br>термометра<br>сопротивления.   |
| ной  | Не<br>работает<br>перепуск | Звонок,                              | Ослаблена пружина   | Сменить пружину в  |
| идра | электрог                   | загорается                           | гидрореле. Течь в   | гидрореле.   |
| й    | влически                   | красная                              | гидрореле.  | Устранить<br>течь  |
|      | клапан                     | лампочка-                            | Вышла из строя  | Проверить катушку  |
|      |                            | сигнал о                             | катушка   | электромагнита.  |
|      |                            | возврате                             | электромагнита.   |  |
|      |                            | молока                               | Фильтр не<br>пропускает   | Прочистить фильтр.   |
|      |                            |                                      | воду.   | Мало<br>давление   |
|      |                            |                                      |   | Увеличить давление<br>воды.  |

Ремонт резиновых прокладок. По мере износе резиновых уплотнительных прокладок степень поджатая пластин необходимо последовательно увеличивать.

Максимальное поджатие за нулевую отметку шкалы на табличках, установленных на распорках, допускаемся на величину 0,2 мм, умноженную на число пластин ( $0,2 \times 62 = 12,4$  мм).

Если аппарат все же дает утечку, в местах утечки необходимо сменить прокладку. Для этого необходимо удалить изношенную прокладку, тщательно вычистить канавку на пластине и приклеить новые прокладки согласно приложенной инструкции.

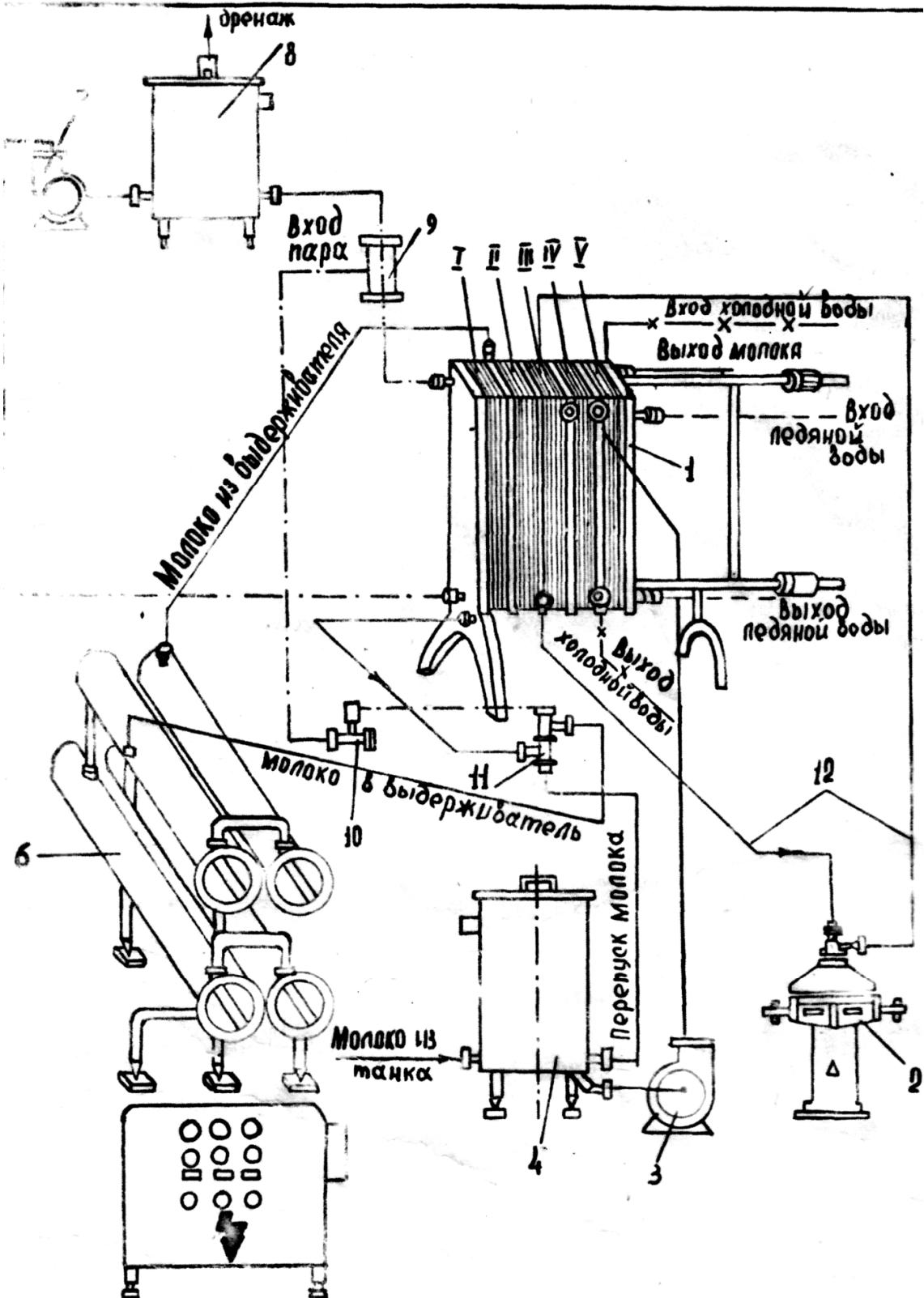


Рис. 1. Технологическая схема ОПФ1-300:

1- пластинчатый аппарат, 2- молокоочиститель, 3- молочный насос, 4- уравнительный бак, 5- пульт управления, 6- выдерживатель, 7- насос горячей воды, 8- бойлер, 9- инжектор, 10- электрогидрокран , 11- перепускной клапан, 12- трубопроводы.

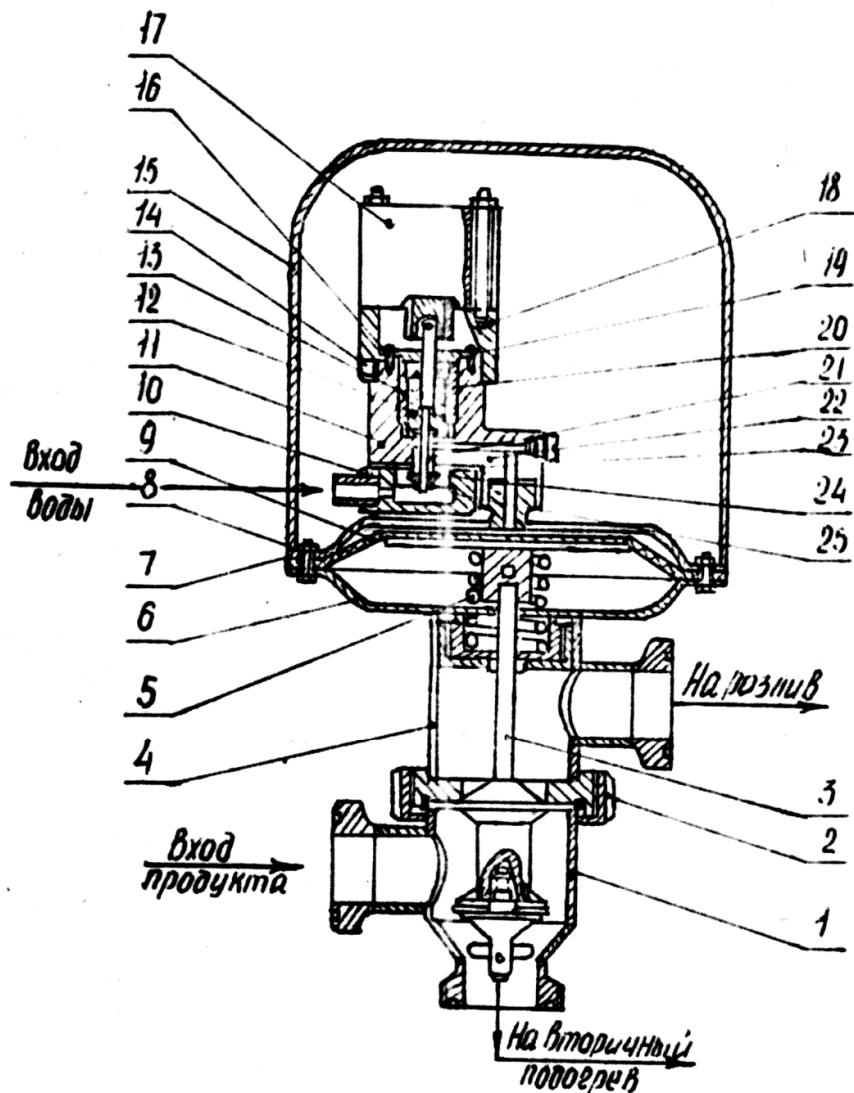


Рис. 2. Перепускной электрогидравлический клапан:

1,4,10,11- корпус, 2,25- гайка, 3,13 –шток, 5,12 - пружина,6- тарелка нижняя, 7 - тарелка верхняя, 8 - мембрана, 9 - грибок, 14- манжета, 15 – кожух, 16 - крышка, 17 - электромагнит, 18 - опора, 19 – винт, 26 - стакан, 21 - втулка, 22 - шпилька, 23 - резиновая прокладка, 24 - шайба.

## **2.10 Лабораторная работа №10 (2 часа).**

**Тема: Стрижка овец**

**2.10.1 Цель работы:** изучить конструкцию стригальных машинок, изучить методику расчета процесса стрижки.

### **2.10.2 Задачи работы:**

1. Назначение и техническая характеристика.
2. Устройство и принцип работы.
3. Подготовка к работе и правила эксплуатации.
4. Характерные неисправности.
5. Меры безопасности.
6. Расчет процесса

### **2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Стригальные машинки МСУ-200, МСО-77Б
2. Плакаты
3. Методические указания

### **2.10.4 Описание (ход) работы:**

Общие сведения. Одна из наиболее ответственных и трудоемких операций в овцеводстве - стрижка.

При машинной стрижке производительность труда стригалей в 3...5 раз выше, чем при ручной стрижке, увеличивается настриг шерсти на 8...13% за счет более низкого и ровного среза, улучшается качество шерсти за счет снижения процента сечки.

Исходя из физиологических особенностей животных оптимальная продолжительность стрижки овец в хозяйстве должна составлять 20...25 сут.

Необходимое число машинок  $n_m$  в стригальном агрегате определяют по формуле:

$$n_m = m_{ov} / (k T_{cm} C_1 C_2 C_3),$$

где  $m_{ov}$  – поголовье овец, подлежащее стрижке;  $k$  – коэффициент использования времени смены, равный 0,70...0,75;  $T_{cm}$  – продолжительность смены, ч;  $C_1$  – число смен работы;  $C_2$  - часовая производительность одной машинки (8...10 овец);  $C_3$  - продолжительность стрижки овец, сут.

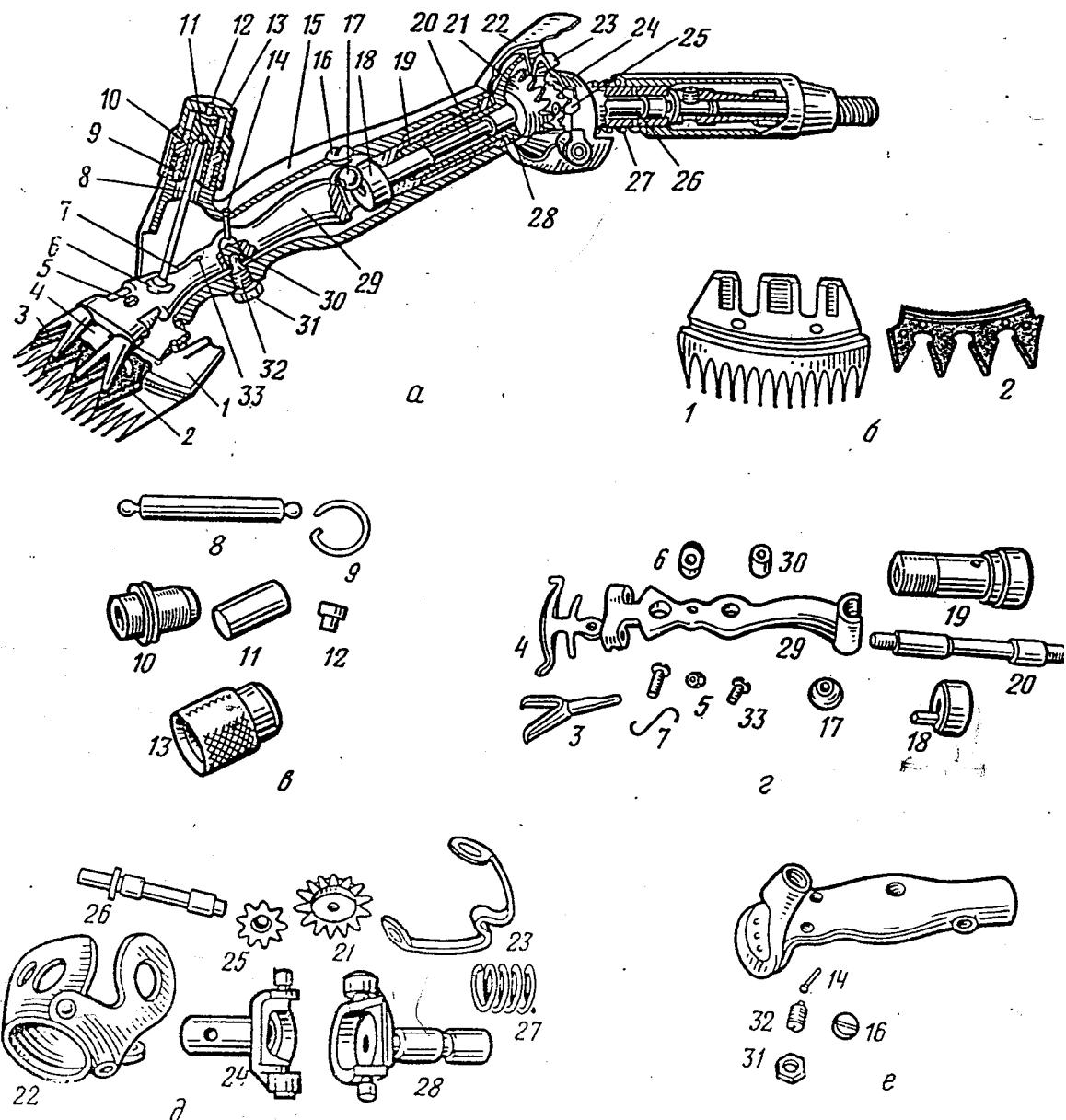
В хозяйствах обычно применяются стригальные машинки МСУ-200 со встроенным высокочастотным двигателем, а в небольших хозяйствах, работающих на семейном подряде, при обслуживании до 500...600 гол.— машинки МСО-77Б (в дальнейшем они постепенно будут заменяться стригальными машинками МСУ-200).

**Машинка МСО-77Б** (рис. 1) состоит из режущего аппарата, нажимного, эксцентрикового и шарнирного механизмов и корпуса. Масса машинки 1,1 кг; ширина захвата режущего аппарата 76 8 мм; число двойных ходов ножа в минуту 2300.

Режущий аппарат служит для срезания шерсти и состоит из гребенки 1 и ножа 2, изготовленных из легированной стали и имеющих шлифованные поверхности контакта. На гребенке в форме пластины толщиной 3,2 мм нарезано 13 зубьев с шагом 6,4 мм. Для лучшего входа в шерсть овцы и предотвращения повреждений кожи зубья гребенки выполнены тонкими и закруглены снизу. На гребенке предусмотрены два отверстия для крепления к державке точильного аппарата и два паза для крепления к передней части корпуса 15 машинки. С целью уменьшения площади соприкосновения гребенки с ножом

на ее рабочей поверхности сделан криволинейный паз. Нож режущего аппарата снабжен четырьмя зубьями с шагом 19,2 мм. Форма ножа коробчатая, толщина стенок 1,1...2 мм.

Тонкие стенки придают ему эластичность, а коробчатость – жесткость конструкции. Нож в режущем аппарате устанавливается поверх гребенки и имеет шесть отверстий: два (конических) под усики нажимных лапок и два для крепления ножа к державке точильного аппарата при заточке.



**Рис. 1 Общий вид (а) машинки МСО-77Б для стрижки овец и детали режущего аппарата (б), нажимного (в), эксцентрикового (г), шарнирного (д) механизмов и корпуса (е):** 1 - гребенка; 2 - нож; 3 - нажимная лапка; 4 - пружина нажимных лапок; 5 - гайка; 6 - подпятник стержня; 7, 27 - пружины; 8 - упорный стержень; 9 - стопорная пружина; 10 - штуцер; 11 - нажимной патрон; 12 - упор патрона; 13 - нажимная гайка; 14 - предохранительный винт; 15 - корпус; 16 - заглушка; 17 - ролик; 18 — эксцентрик; 19 - втулка; 20 - валик; 21 - большая шестерня; 22 - наружный кожух; 23 - замок шарнира; 24 - наружный кожух шарнира; 25 - малая шестерня; 26 - передаточный валик; 28 - внутренний кожух шарнира; 29 - рычаг; 30 - подпятник; 31 - контргайка; 32 - центр вращения; 33 – винт

Нажимной механизм обеспечивает минимально необходимый зазор между рабочими плоскостями ножа и гребенки. Он состоит из штуцера 10, установленного одним концом в корпусе 15 машинки. На второй конец штуцера навинчивается нажимная гайка 18, которая через упор 12 нажимного патрона 11 и стержень 8 давит на рычаг 29 машинки. В передней части рычага вставляются двурогие лапки 8, передающие давление на нож и обеспечивающие его прижим к гребенке. Чтобы стержень 8 не выпадал в период ослабления нажимной гайки, на его головку надевают пружину 7, прикрепленную винтом 83 к рычагу.

Эксцентриковый механизм служит для преобразования вращательного движения валика 20 в колебательное движение рычага 29, приводящего в движение нож. На валик 20 навернут эксцентрик 18 с пальцем, на который надевается ролик 17. При вращении валика ролик, находящийся в пазу рычага 29, перемещается вдоль паза и отклоняет его хвостовик вправо и влево от среднего положения, чем обеспечивает колебательное движение ножа через нажимные лапки. Лапки удерживаются на рычаге 29 пружиной 4 и крепятся к нему винтом с гайкой 5. Рычаг 29 установлен на подпятнике 80, который регулируется по высоте. Центр вращения 82 от самопроизвольного отворачивания фиксируется контргайкой 81. Регулировка центра вращения рычага обеспечивает равномерное распределение давления, передаваемого нажимным механизмом на нож.

Шарнирный механизм облегчает стригалю управление стригальной машинкой в процессе работы и позволяет передавать крутящий момент от гибкого вала при любом положении машинки. Он состоит из наружного и внутреннего кожухов, замка 28 шарнира, предохраняющего кожухи от разъединения, передаточного валика 25 и двух шестерен 25 и 21 (с числом зубьев соответственно 10 и 12). От попадания шерсти шарнирный механизм защищен кожухами. На наружный кожух надевают наконечник брони гибкого вала машинки; при этом палец кожуха входит в фигурный паз наконечника брони и пружиной 27 удерживается от произвольного размыкания.

Корпус 15 соединяет все механизмы машинки и является одновременно рукояткой, в которой сделаны три резьбовые отверстия: верхнее - смотровое с заглушкой 16 для смазки ролика эксцентрика, отверстие с предохранительным винтом 14 и нижнее - для крепления центра вращения 82 рычага 29. В передней части корпуса имеется площадка с двумя винтами крепления гребенки; в задней части расположена втулка 19 с шарнирным механизмом и отверстием для смазки, закрытым заглушкой. С целью удобства работы корпус машинки обшил чехлом из войлока или сукна.

Гибкий вал ВГ-10 передает вращение от электродвигателя к машинке. Сердечник гибкого вала диаметром 10 мм изготовлен из четырех стальных проволочных спиралей, навитых одна на другую в разных направлениях.

Навивка верхней спирали правая, что не дает возможности раскручиваться спиралям сердечника при его работе, так как вращение вала электродвигателя левое (против часовой стрелки, если смотреть со стороны гибкого вала). В концы сердечника вставлены разрезные наконечники, укрепляемые гайками. Сверху сердечник закрывается трубчатым панцирем, изготовленным из профилированной стальной ленты. Панцирь имеет также наконечники для крепления их к электродвигателю и машинке. Масса вала ВГ-10 - 1,6 кг.

Электродвигатель АОЛ-012-ЗС (асинхронный трехфазный) предназначен для привода машинки через гибкий вал. В верхней части двигателя имеется скоба. Мощность двигателя 0,12 кВт, напряжение 220/380 В, сила тока 0,59...0,35 А (при 46,6 с'), масса 3,4 кг. Силовая и осветительная сети агрегата ЭСА-12Г передают от источников питания электрическую энергию к электродвигателям и осветительным лампам. Сеть представляет собой четырехжильный шнур ШРПС, в котором три жилы токоведущие, а четвертая предназначена для заземления корпусов электродвигателей и точильного аппарата.

Управляются электродвигатели кнопочными пускателями и ПНВ-30. С целью освещения рабочих мест от сети устроено шесть отводов с патронами для электроламп.

Сеть снабжена распределительным ящиком ЯРВ-60СШ, который состоит из металлического корпуса со штепсельными соединениями на боковых стенках. Левое соединение предназначено для включения в сеть распределительного ящика, правое - для включения пресса или других агрегатов. Штепсельные соединения имеют четвертый контакт для заземления. Устройство заземления сети состоит из двух металлических труб-заземлителей и провода марки П Р Г-500-2,5.

**Машинка МСУ-200** предназначена для снятия шерстного покрова с овец и состоит из стригальной головки, асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и шнура питания.

Стригальная головка включает в себя режущий аппарат, нажимной, эксцентриковый и передаточный механизмы (рис. 2).

Режущий аппарат, эксцентриковый и нажимной механизмы аналогичны соответствующим сборочным единицам машинки МСО-77Б.

Передаточный механизм состоит из зубчатого колеса 13, посаженного на вал 28 эксцентрика и приводимого во вращение от вала-шестерни 24 ротора электродвигателя.

Вал эксцентрика с роликом 29 и двуплечий рычаг 83 обеспечивают преобразование вращательного движения электродвигателя в возвратно-поступательное движение ножа 'так же, как и у машинки МСО-77Б.

Передаточное отношение вала-шестерни и прямозубого колеса составляет 1:5.

Трехфазный асинхронный с короткозамкнутым ротором электродвигатель машинки помещен в алюминиевый корпус цилиндрической, формы с ребрами для охлаждения и фланцем для подсоединения к стригальной головке. На заднем конце вала ротора электродвигателя установлен двухлопастной вентилятор 21, закрепленный штифтом. На конце корпуса электродвигателя налета и закреплена тремя винтами крышка. Вал-шестерня ротора электродвигателя вращается в подшипниках 16. Задний подшипник посажен в стальную втулку, армирующую корпус электродвигателя. В передней части электродвигатель закрыт подшипниковым щитом 15, в котором размещен передний подшипник вала-шестерни ротора. Подшипниковый щит выполнен из алюминия и армирован стальной втулкой под гнездо подшипника.

Фланец корпуса электродвигателя присоединен к фланцу корпуса стригальной головки посредством трех стяжных винтов 25, которые вворачиваются в квадратные гайки, вставленные в пазы корпуса электродвигателя. Шнур питания имеет длину 2,5 м (в агрегате для стрижки верблюдов - 15 м). Он состоит из трех токопроводящих жил и шелкового шнура, заключенных в резиновую трубку.

Провода безразъемно соединены с выводными концами электродвигателя. Шелковый шнур служит для восприятия механических нагрузок, так как он меньше длины токопроводящих жил, что предохраняет их от повреждений.

Резиновая трубка вставлена в резиновый наконечник на kleю, который предназначен для гашения вибраций, передаваемых стригальной машинкой на шнур питания.

Наконечник крепится к электродвигателю фиксатором 20.

Стригальные машинки МСУ-200 имеют следующие преимущества перед машинками МСО-77Б: отсутствие реактивного момента, создаваемого гибким валом; питание электродвигателя током пониженного напряжения (36 В); повышение производительности (на 20...40%) за счет лучшей маневренности машинки при стрижке.

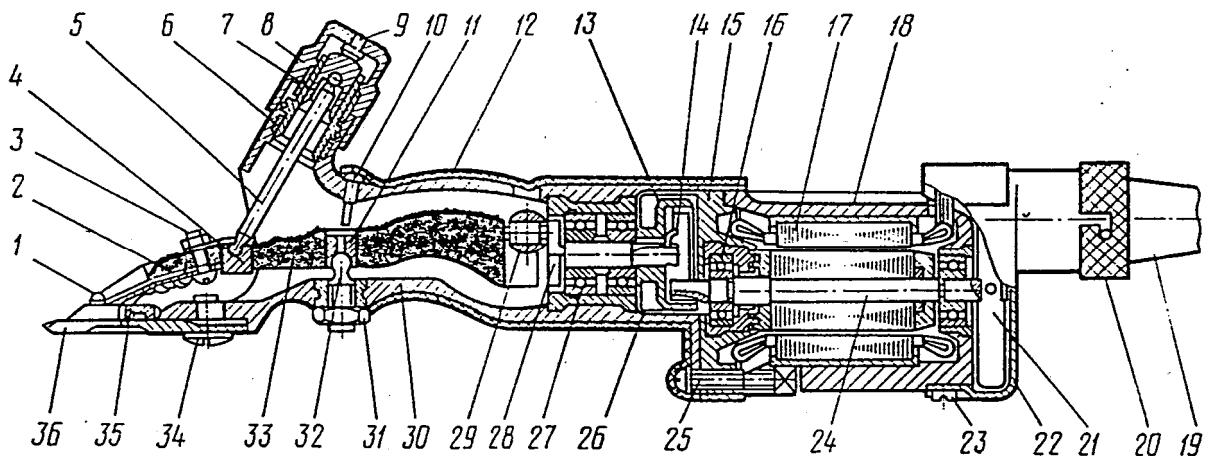


Рис.2 Схема стригальной машинки МСУ-200:

1 - левая прижимная лапка; 2 правая прижимная лапка; 3 - гайка M4; 4 - подпятник упорного стержня; 5 - упорный стержень; 6 - штуцер; 7 - нажимной патрон; 8 - нажимная гайка; 9 - упор патрона; 10 - предохранительный винт; 11 - подпятник центра вращения; 12 - чехол; 13 - зубчатое колесо; 14 - штифт; 15 - подшипниковый щит; 16 - подшипник № 80018; 17 - статор; 18 - корпус электродвигатели; 19 - шнур питания; 20 - фиксатор; 21 - вентилятор; 22 - задняя крышка; 23, 25 - винты; 24 - вал-шестерня ротора; 26 - дистанционная втулка; 27 - подшипник № 800290; 28 - вал эксцентрика; 29 - ролик; 30 — корпус; 31 - специальная гайка; 32 - центр вращения; 33 - рычаг; 34 - винт гребенки; 35 - нож; 36 - гребенка

#### *Технические характеристики стригальных машинок*

| Показатель                   | МСО-77Б             | МСУ-200       |
|------------------------------|---------------------|---------------|
| Ширина захвата, мм           | 76,8                | 76,8          |
| резца, мм                    | 5 - 8               | 4-8           |
| Число двойных ходов ножа, мм | 2300                | 2200          |
| зубьев ножа                  | 4                   | 4             |
| Число зубьев гребенки        | 13                  | 13            |
| электродвигателя, кВт        | 0,12                | 0,115         |
|                              | 220/380             | Напряжение, В |
| Частота, Гц                  | 36                  | 200           |
| Габариты, мм                 | -                   | 306Х 82Х 115  |
| Масса, кг                    | 1,12                | 2,1           |
| (без гибкого вала)           | (со шнуром питания) |               |

На качество и скорость стрижки в большой степени влияет правильность заточки режущих пар. Перед заточкой ножи и гребенки очищают от жира и промывают в керосине или горячей воде. При помощи волосяной кисти наносят на диск точильного аппарата тонкий слой наждачной пасты густой консистенции, состоящей из шлифовального порошка, индустриального масла (моторного М-8А) и керосина. Пасту разводят до кашеобразного состояния, при котором смесь удерживается на рабочей поверхности заточного диска.

Надевают нож и гребенку на штифты держателя так, чтобы зубья были направлены вверх, против вращения диска. При заточке нож или гребенку прижимают держателем к врачающемуся диску, медленно перемещая держатель вправо или влево по поверхности диска и выходя за пределы заточной поверхности не более чем на один зуб ножа или два зуба гребенки.

Нажим не должен быть сильным, так как это может вызвать перегрев и ухудшение качества затачиваемых пар. В процессе заточки должно наблюдаться искрение из-под затачиваемой поверхности. В случае прекращения искрения необходимо вновь нанести наждачную пасту на поверхность диска.

Качество заточки режущих пар проверяют по режущим кромкам: они не должны иметь заусенцев. Просвет между рабочей поверхностью ножа и локальной линейкой должен составлять не более 0,05 мм.

При многократной заточке зубья гребенки принимают остро-, конечную форму. Чтобы не ранить овец при стрижке, концы зубьев следует притупить на наждачном камне и отполировать на дереве мягкой породы. После заточки нож и гребенку промывают в керосине. Нож и гребенку устанавливают на машинку в следующем порядке: надевают заточенный нож на нажимные лапки; накладывают нож на гребенку; слегка прижимают гребенку винтами; прижимают нож к гребенке нажимной гайкой; затягивают винты гребенки после установки ножа и гребенки.

## Стригальные установки

Агрегат ЭСА-1Д применяется для стрижки овец в индивидуальных хозяйствах и стад с поголовьем до 500 овец. Он состоит из машинки для стрижки овец МС0-77Б, приводного гибкого вала ВГ-10 с арматурой, подвесного электродвигателя и пускателя. Производительность агрегата 8 гол/ч.

Агрегат ЭСА-6/200 предназначен для стрижки овец и верблюдов. Он состоит из шести высококачественных стригальных машинок МСУ-200, преобразователя частоты тока ИЭ-9403, точильного аппарата ТА-1 и переносной электрической сети.

Преобразователь частоты тока служит для преобразования трехфазного тока частотой 50 Гц напряжением 380/220 В в переменный трехфазный ток повышенной частоты 200 Гц напряжением 36 В.

Точильный агрегат применяют для заточки режущих пар стригальных машинок.

Переносная электрическая сеть предназначена для передачи электроэнергии от преобразователя тока к стригальным машинкам, что позволяет использовать агрегат в пастбищных условиях.

Соединение сети со шнурами питания машинок осуществляется через шесть распределительных коробок.

Обслуживают агрегат наладчик, шесть стригалей, пять рабочих и точильщик.

Электростригальный агрегат ЭСА-12/200 служит для стрижки овец в хозяйствах с поголовьем до 10 тысяч животных.

В состав агрегата входят те же сборочные единицы, что и в агрегат ЭСА-6/200, только число высокочастотных машинок МСУ-200 доведено до 12 и вместо преобразователя частоты тока ИЭ-9403 поставлен ИЭ-9401.

Электростригальный агрегат ЭСА/200А также имеет 12 высокочастотных стригальных машинок, статический ферромагнитный преобразователь частоты тока, полуавтомат 3 (рис. 2 ) для заточки режущих пар, шнуры 11 питания машинок, электрическую сеть 7, крюки б, заземлитель 1 с проводом 2. К точильному агрегату и преобразователю тока имеются отводы 4.

Отсутствие вращающихся деталей в преобразователях тока этого типа позволяет повысить надежность работы агрегата. Ступенчатая регулировка входного напряжения в преобразователе позволяет поддерживать нужное напряжение в сети без остановки процесса стрижки.

Наличие штекерных разъемов в сети дает возможность быстро подсоединять и отсоединять стригальные машинки и преобразователь для замены.

**Электростригальный агрегат ЭСА-1/200** предназначен для стрижки овец в индивидуальных хозяйствах и отарах на семейном подряде. В состав его входят стригальная машинка МСУ-200, преобразователь частоты тока

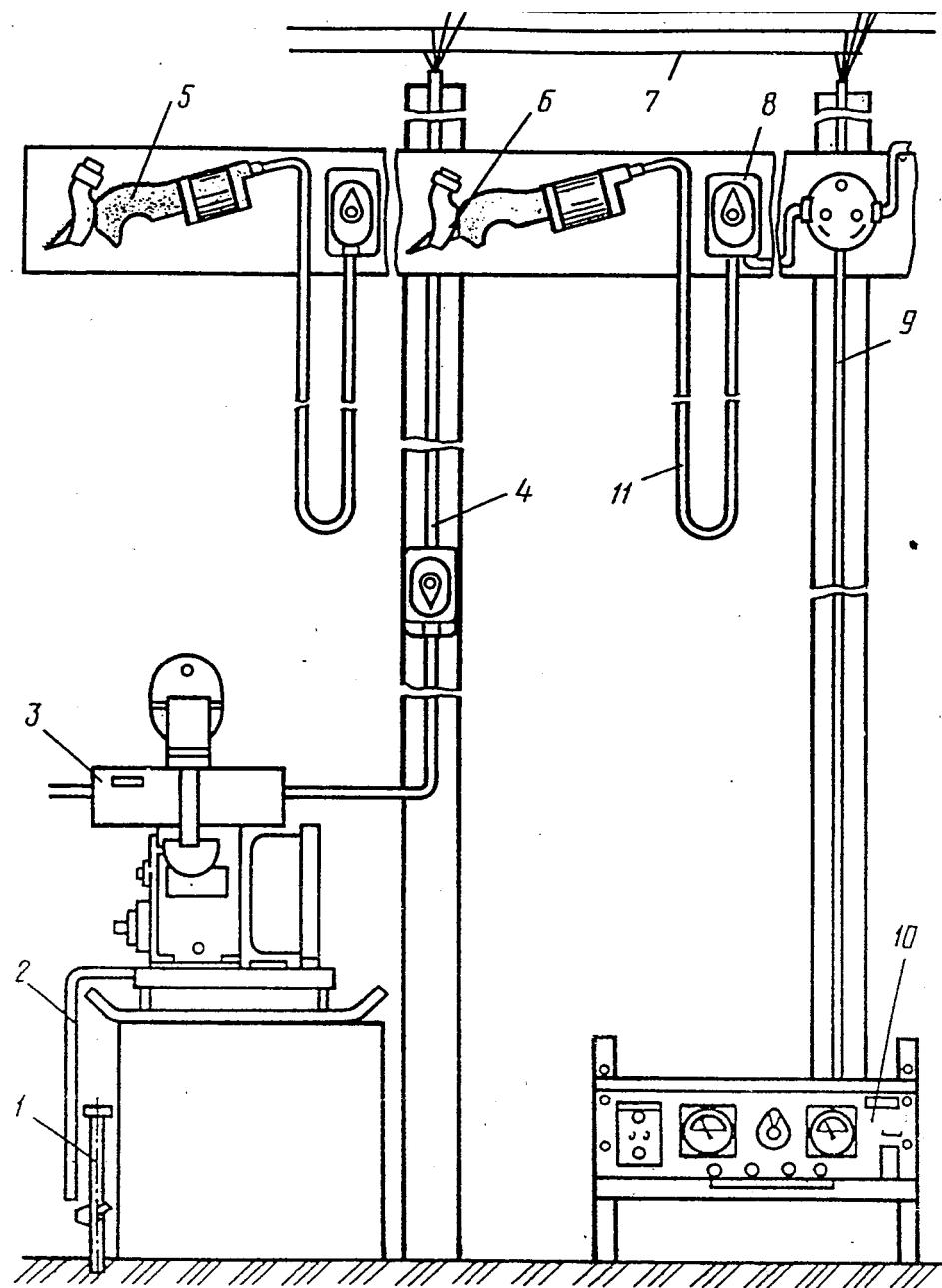


Рис. 3 Схема электростригального агрегата ЭСА-12/200А:

1 - заземлиться; 2 - заземляющий провод; 3 - полуавтомат для заточки режущий пар ПЗН-60; 4 - отвод к точильному аппарату; 5 - стригальная машинка МСУ-200; 6 - крюк; 7 - электрическая сеть; 8 - пускател; 9 - отвод к преобразователю частоты тока; 10 - преобразователь частоты тока; 11 - шнур питания

ПЧСФ-0,25-36-200 г шнур питания с розеткой. Преобразователь подключают к сети переменного тока частотой 58 Гц и напряжением 228 В. При этом однофазное напряжение преобразуется в трехфазное

Точильный агрегат ТА-1 предназначен для заточки режущих пар стригальных машинок. Он состоит из трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя и станины.

Для удержания наждачной пасты служат кольцевые канавки, нарезанные на диске. Диск закрыт чугунным защитным кожухом держатель соединен с тягой. На корпусе держателя имеются два штыря, на которые при заточке надевают нож или гребенку. Диаметр диска 358 мм, частота вращения диска 1488 мин<sup>-1</sup>, мощность 84 кВт, масса 158 кг.

Довоодочный аппарат ДАС - 358 предназначен для заточки и доводки режущих пар, а также восстановления рабочих поверхностей заточных дисков путем их проточки и нарезки. Он состоит из заточного диска и суппорта (рис. 4).

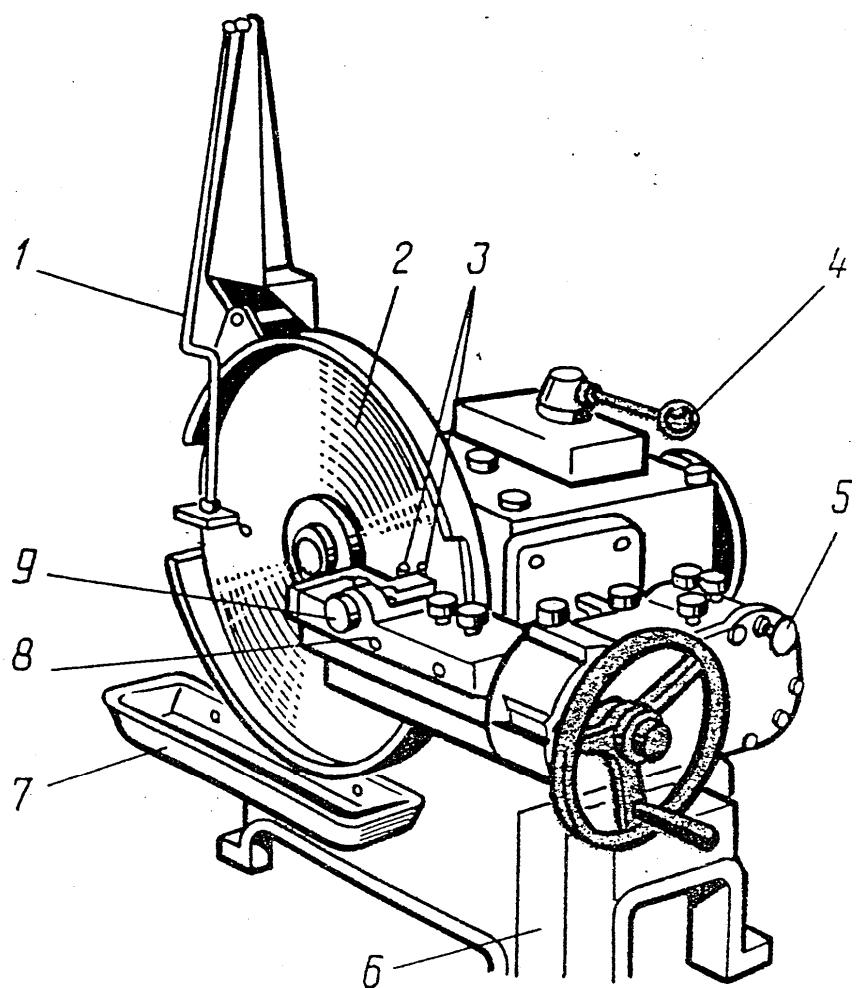


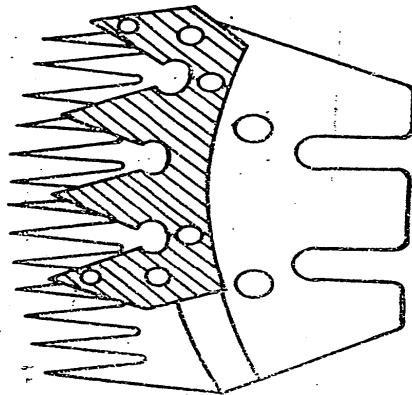
Рис. 4 Довоодочный аппарат ДАС-350:

1 – тяга с держателем, 2 – заточный диск, 3 – болты для крепления резца для правки диска, 4 – рычаг для включения суппорта для правки диска, 5 – рычаг изменения скорости подачи резца, 6 – станина, 7 – корыто, 8 – суппорт, 9 – винт подачи резца

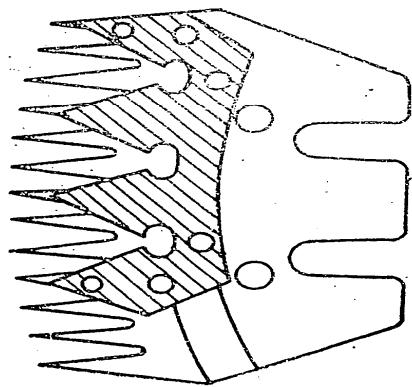
## **ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ**

1. Установите агрегат в чистом, хорошо освещенном и проветриваемом месте, к которому подведена электрическая энергия.
2. До начала работы монтируемый агрегат должен быть расконсервирован.
3. После расконсервирования агрегата необходимо произвести внешний осмотр с целью проверки видимых повреждений, могущих возникнуть при транспортировке и хранении.
4. Перед подсоединением машинки к преобразователю необходимо проверить легкость вращения вала ротора электродвигателя. Для этой цели в кожухе имеется отверстие для доступа отверткой к шлицу на валу ротора. Движение должно быть плавным, без стука и заседаний.
5. Регулировка положения рычага осуществляется подъемом или опусканием центра вращения настолько, чтобы ролик в своем верхнем положении выступал из хвостовой части рычага не более одной трети диаметра (4 мм, рис. 5). При регулировании необходимо ослабить гайку специальную и, удерживая ее ключом, отверткой, закручивать или откручивать центр вращения, регулируя положение рычага так, чтобы он занимал вышеописанное положение. Установку ролика в крайнее верхнее положение осуществлять поворотом вала электродвигателя отверткой.
6. Установка режущей пары:  
Режущие кромки зубьев ножа, при движении, не должны выходить за пределы гребенки. Расстояние от конца заходной части гребенки до ножа должно составлять 1 - 2 мм (рис. 6). Если расстояние не выдержано, то необходимо ослабить винты гребенки и сместить ее до положения, при котором нож не выходит за пределы гребенки (рис. 7), а затем прочно закрепить ее винтами.  
Чтобы обеспечить нормальный прижим ножа к гребенке, необходимо вращать нажимную гайку до состояния, при котором можно вручную переводить рычаг из одного крайнего состояния в другое.
7. Пуск машинки при слабом нажатии лапок на нож категорически запрещается, т. к. это может привести к вылету ножа и травмировать стригала.
8. После окончания монтажа производится пуск с целью проверки готовности агрегата к работе. При опробовании машинку необходимо обязательно держать в руке во избежание поломок или травмирования окружающих.
9. Перед подачей электроэнергии в сеть агрегата тумблер должен быть обязательно выключен.

**ВЫСТАВКА ГРЕБЕНКИ**



Неправильно



Правильно

Рис. 5

**ВЫСТАВКА РОЛИКА**

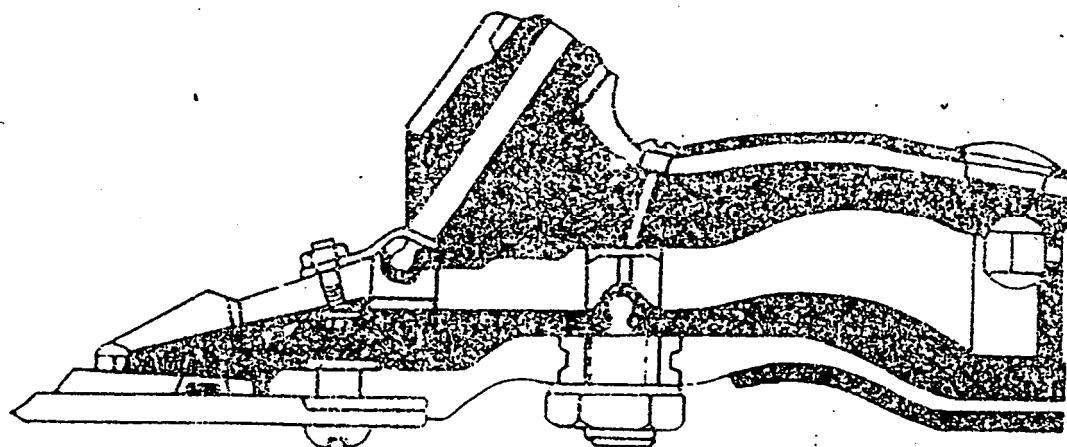


Рис. 6

ВЫСТАВКА НОЖА

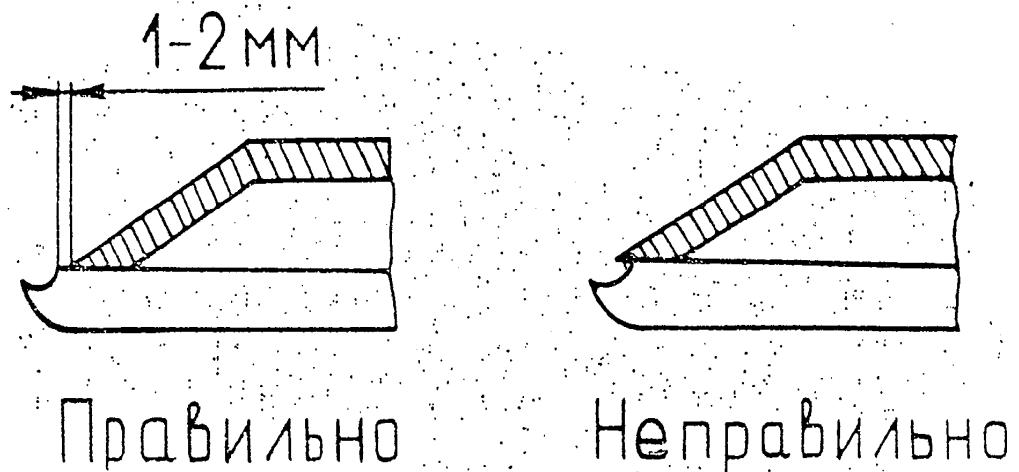


Рис. 7

## ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица

| Неисправность<br>внешнее<br>проявление                                      | Методы<br>устранения,<br>необходимые<br>регулировки<br>и<br>испытания  | Применяемый<br>инструмент и<br>принадлежности | Примечание |
|---|--|---|------------|
| При включении в сеть преобразователь не работает. Не горит сигнальная лампа | Заменить вставку плавкую ВП2Б – 3А рис. 1, рис. 2  |   |            |
| При включении двигатель гудит, но не работает                               | Проверить контакты соединений.   | Отвертка<br>тройная                           |            |
| Электродвигатель машинки сильно греется                                     | Остановить машинку, провернуть отверткой. Если заедание чувствуется, машинку отрегулировать. Ослабить нажим нажимной гайкой.   | Отвертка<br>тройная<br>ключ<br>универсальный  |            |
| Машинка работает с большим шумом стучит                                     | Отрегулировать положение рычага с помощью центра вращения  | То же   |            |
| Машинка плохо срезает или рвет шерсть (высокий срез полосы разной высоты)   | Подтянуть нажимную гайку. Снять и заточить гребенку и нож<br><br>Установить гребенку так, чтобы нож не доходил на 1 - 2 мм до конца заходной части гребенки и полностью перекрывал все ее режущие кромки | To же<br><br>Отвертка<br>тройная              |            |
| Стригальная головка сильно греется  | Отрегулировать усилие нажатия ножа на гребенку. Разобрать головку, удалить грязь, собрать и смазать  | Отвертка<br>тройная, ключ<br>универсальный    |            |

### **Методика расчета машинной стрижки овец.**

Исходными данными для расчета является организационно-технические условия (индивидуально или паточный метод стрижки), конструктивно техническая характеристика стригальной машинки (методика захвата гребенки, скорость перемещения ножа, число двойных ходов двухплечевого рычага и т. д.) профессиональные качества стригала.

Так в оренбургской области наиболее распространены метод стрижки, где классифицированный стригаль помимо основных выполняет вспомогательные операции, не требующий квалифицированного труда, что приводит к большим физическим напряжениям и низкой производительности.

Технологический процесс стрижкой овцы состоит из следующих операций: ловля и подача овцы к месту стрижки, фиксация на рабочем месте, непосредственно снятие руна и обслуживание стригальной машинки. Общее время затраченное на стрижку овцы индивидуальным методом  $T_0$  определяется так:

$$T_0 = t_c + t_b + t_{to} * \beta, C \quad (1)$$

где  $t_c = 300...500$  с - время выполнения операций непосредственно стрижки овцы.

$t_b = 44...67$  с - затраты времени на выполнение вспомогательных операций ( $t^{\max} = 120$  с).

$t_{to}$  - время технического обслуживания стригальной машинки (очистка от грязи, жиропота, смазка и т. д.)  $t_{to} = 55..57$  с.

$\beta = 0,4...0,7$  - коэффициент учитывающий стойкость режущей пары, определяющийся отношением числа замен режущих пар  $m_3$  к количеству овец  $t_c$ , стриженных при помощи режущих пар.

$$\beta = \frac{m_3}{m_c}$$

Этот коэффициент зависит от механического качества материала, ножа и гребенки, качества шерсти (наличие жиропота, степени загрязнения и т. д.),

а также от профессионального мастерства стригала (исключения холостой работы режущих пар, числа холостых ходов и т. д.).

Действительное (истинное) время снятие руна с поверхности кожи овцы зависит от ряда факторов, как отмечалось ранее, и может быть определено из выражения

$$t_c = \frac{F_0 * 10^3}{B_m * V_c * \alpha_1 * \alpha_2} + t_x, \text{ с}$$

где  $F_0$  - площадь тела овцы,  $\text{м}^2$ .

$B_m$  - расчетный захват стригальной машинки (ширина гребенки)  $B_m$  - 77 мм и 57 мм.

$\alpha_1 = 0,5...0,92$  - коэффициент использования активной части гребенки (опытный стригаль оставляет для контроля не использованной 1...1,5 зуба).

$V_c = 0,47...0,63$  - скорость подачи (перемещения по телу овцы) стригальной машинки, м/с.

При стрижке одной овцы с расчетной скоростью  $V_c = 0,63$  м/с, образуется всего лишь 3 г. сечки. Однако, при снижении скорости перемещения до 0,45 м/с масса сечки увеличилась на 60%, т. е. достигла почти 5 г.

При существующих геометрических размерах режущих пар и конструктивно-технологических характеристик самой машинки продольный отгиб будет минимальным или почти равен нулю, если скорость перемещения машинки  $V_c$  ограничить значением 0,7 м/с.

$a_2 = 0,6...0,8$  - коэффициент учитывающий реальную скорость перемещения машинки на отдельных участках тела.

$t_x = g * c$  - затраты времени на произведение холостых ходов (перемещение машинки для выполнение последующих проходов).

$g$  - среднее время холостого хода, равное  $0,75...1,0$  с. (у неопытных стригалей оно составляет  $1,5...2,0$  с.).

$c$  - число холостых ходов. Наблюдениями установлено, что высококвалифицированный стригаль остригает овец за  $55...60$  рабочих ходов, стригаль низкой квалификации при стрижки одной овцы делает  $180...210$  рабочих ходов. Общее время на стрижку одной овцы и производительность труда стригала можно выразить уравнениями 3 и 4.

$$T_0 = \frac{\frac{F_0}{B_m * V_c * a_1 a_2 + t_x + t_B + t_{to} * \beta}}{10^3} \quad (3)$$

$$W_c = \frac{3600 * B_m * V_c * a_1 * a_2 * K_t}{[F_0 * 10^3 + (B_m * V_c * a_1 * a_2) * (t_x + t_B + t_{to} * \beta)]}$$

где  $K_t$  - коэффициент классности стригала,  $K_t = 0,5...1,5$ .

Потребное количество стригалей, и соответственное число  $M$  рабочих мест можно определить из числа отар в хозяйстве  $\Pi$ , ; поголовья одной отары  $m_j$ , числа дней стрижки  $T_c$ , продолжительности работы стригального пункта в день  $T_g$ .

$$M = \frac{\frac{m_1 * n_1 + m_2 * n_2 + \dots + m_j * n_j}{T_c * T_g * W_c}}{T_c * T_g * W_c} = \frac{\Sigma m_j * n_j}{T_c * T_g * W_c}, \text{чел} \quad (5)$$

$T_c^{ann}=10...15$  дн,  $T_c^{max}=20$  дн;  $T_g=8$  или  $16$  час

Производительность труда стригалей значительно возрастает, если неквалифицированную работу ловли и подачи овцы к рабочему месту будут выполнять подавальщики  $t$ , количество которых можно определить из выражения 6.

$$\left\{ \begin{array}{l} m \geq \frac{M_c * W_c * t_n * \tau_n}{3600}, \text{чел} \\ m \geq \frac{M_c * W_c}{W_n} \end{array} \right. \quad (6)$$

где

$W_n$  - производительность труда подавальщика овец, гол/час.

$t_n$  - время ловли и подачи овцы к месту стрижки, с,  $t_n = 45...60$  с.

$\tau_n$  - коэффициент использования рабочего времени подавальщика,  $\tau_n = 0,7...0,75$ .

При отсутствии средств механизации для транспортировки рун, количество относчиков рун определяется по формуле:

$$m_{ot} = \frac{M_c * W_c * t_{ot} * \tau_{ot}}{3600} = \frac{M_c * W_c}{W_{ot}} \quad (7)$$

$t_{ot} = 60...90$  с нормативное время на отос одного руна от рабочего места стригала к учетчику (для взвешивания и классировки).

$\tau_{ot} = 0,7...0,8$  - коэффициент использования рабочего времени относчиком рун.

При определении численности обслуживающего персонала следует руководствоваться такими средними данными: классировщика шерсти (с помощником)  $30...40$  с на одно руно; точильщика режущих пар -  $90...100$  с на одну пару, слесаря-наладчика -  $135...150$  с на один вызов. В этом случае один подавальщик, как и слесарь-наладчик, может обслужить до 16 стригалей, и точильщик режущих пар до 15 стригалей.

В заключении следует заметить, что производительность труда на стригальном пункте при разделении трудовых процессов (операций) не всегда эффективна, так как увеличение количества основных стригалей, приводит к увеличению количества не

производственных рабочих, возрастанию не производительных затрат, времени на транспортировку овец, рун шерсти и увеличению размеров стригального пункта.

### **Организация процесса машинной стрижки овец.**

Стрижку овец тонкорунных пород производят весной или в начале лета, грубошерстных пород - весной и осенью. Конкретные сроки стрижки определяют в хозяйстве, продолжительность процесса стрижки должна быть 10... 15 дней. К этому времени шерсть должна быть не менее 50 мм длиной с жиропотом, обеспечивающим ее мягкость и эластичность (подруненная шерсть).

Перед началом стрижки делается расчет потребности стригальной техники, оборудованию, потребности в стригалах и техническом персонале. После этого сопоставления план-график очередности стрижки и подачи отар на стригальный пункт.

Следует заметить, что сначала стригут маточное поголовье, затем молодняк прошлого года рождения, валухов, маток весеннего ягнения, и наконец, баранов-производителей. Если в отарах встречается бруцеллез или часотка, то их стригут в последнюю очередь и в отдельном помещении.

Недостаточное количество стригалей и технического персонала, особенно заточников режущих пар и мастеров наладчиков стригальных машинок, нужно своевременно обучить самым эффективным способом учебно-курсовом комбинате или учебном центре с отрывом от производства по специальной программе.

В отдельном здании (овчарне) или специализированном участке оборудовать стригальный пункт (рис. П1), обеспечивающий рабочими местами, как стригалей, так и обслуживающий персонал согласно технологического процесса, также правил пожарной безопасности и производственной санитарии (гигиены).

Следует отметить, что на стригальном пункте должны быть комнаты для переодевания и хранения спецодежды, комнаты для выполнения гигиенических мероприятий, специально оборудованные места слесаря-точильщика режущих пар, мастера-наладчика стригальных машинок. Производственный участок должен иметь как естественное, так и искусственное освещение лампами накаливания, хорошо проветриваться, но полностью исключить наличие сквозняков.

С целью исключения обезлички овец при стрижки на стригальном пункте должны быть оборудованы овчарни для не остиженных и остиженных овец по количеству работающих стригалей. Оценка качества стрижки овец производится специалистами зоотехнического профиля после окончания смены работы или по мере необходимости. При оценки принимать во внимание, что кроме качества стрижки, на поверхности тела животного суммарные порезы не должны превышать 30.. .35 мм.

Овец перед стрижкой подвергают голодной выдержки не менее 12 часов, так как в противном случае они плохо переносят стрижку и загрязняют рабочее место. Для этого отару овец размещают в загоне перед стригальным пунктом и равномерно группами распределяют по оцаркам, из расчета 2...3 часов непрерывной работы стригалей. Большая плотность постановки овец на пункте нежелательна, так как она приводит к скученности и увеличению строительных размеров.

В случае неблагоприятной погоде очередную отару овец размещают в близи стригального пункта кошаре (овчарне) или под навесом. Остриженные овцы очень сильно реагируют на холодную и сырую погоду. Поэтому в первые 2...3 дня их держат поблизости от животноводческих построек (кошар или навесов).

После окончания стрижки отару овец подвергают санитарно-гигиенической обработке мышьяковистых соединений, креозола, серной известки, фосфорорганических инсектицидов и т. д. в проплывных и погрузочных ваннах, а также душевых установках и отправляют по отведенной трассе на летние пастбища. Следует напомнить о порочной

практике обработке кожных покровов с помощью креолина и аэрозолей хлорофоса непосредственно на рабочих местах в стригальном пункте, что приводит к удушью и отравлению как людей, так и животных.

Шерсть упаковывается в кипы, размерами 600 x 550 x 500, и массой от 95 до 136 кг. раздельно по каждому сортаменту воздушно-сухом состоянию, после маркируется красками или чернилами, взвешивается и отправляется в склад временного хранения. Для упаковки применяют специальную ткань (мешковину) с пятикратной обвязкой проволокой. Ткань бывшую в употреблению для белой однородной шерсти использовать запрещается.

После окончания стрижки очередной отары месте нахождения овец на стригальном пункте (оцарки, прогоны, проходы) чистятся, дезинфицируются с помощью ручных или мобильных дезинфицированных агрегатов. После проветривания или просушивания помещения (стригального пункта)дается разрешение на постановку следующей отары.

## Исходные данные

| Вариант | Поголовье | $\Sigma m_i n_i$   | Квалификация стригалей   | Группы овец Р <sub>oi</sub>                                 | Способ стрижки | Машинки (B <sub>m</sub> ) | Скорость подачи | Площадь тела (м <sup>2</sup> ) F <sub>oi</sub>   | Продолжительность стрижки; T <sub>C</sub> | Продолжительность работы стригал. пункта в день; T <sub>g</sub> |  |  |
|---------|-----------|--------------------|--|---|----------------|---------------------------|-----------------|--|---|---|--|--|
| 1       | 3000      | Удовлетворительная | Смешанная: овцеводческих 40 %, ярких 30 %, валухи 15 %, бараны-производители 15% | на стеллах  | МСО-Б          | 77                        | 0,6             | Овцематки: 1,1...1,8<br>Ярки: 0,9...1,3<br>Валухи: 1,0...1,5<br>Производители: 2,0...2,6 | 15 дней                                   | 8   |  |  |
| 2       | 3000      |                    |  |   |                |                           |                 |  |   | 16  |  |  |
| 3       | 3000      |                    |  |   |                |                           |                 |  |   | 12  |  |  |
| 4       | 5000      |                    |  |   |                |                           |                 |  |   | 8   |  |  |
| 5       | 5000      |                    |  |   |                |                           |                 |  |   | 12  |  |  |
| 6       | 5000      |                    |  |   |                |                           |                 |  |   | 16  |  |  |
| 7       | 6000      |                    |  |   |                |                           | 0,7             |  |   | 12  |  |  |
| 8       | 6000      |                    |  |   |                |                           |                 |  |   | 16  |  |  |
| 9       | 6000      |                    |  |   |                |                           |                 |  |   | 16  |  |  |
| 1       | 1000      | Профессия          |  | Прогрессивная (Австралийский, Новозеландский, Оренбургский) | МСУ-200        | 0,7                       |                 |  | 20 дней                                   | 16  |  |  |
| 1       | 1000      |                    |  |   |                | 0,7                       |                 |  |   | 16  |  |  |
| 1       | 2000      |                    |  |   |                |                           |                 |  |   | 16  |  |  |
| 4       | 1000      | Высшей             |  |   |                |                           | 0,9             |  |   | 16  |  |  |

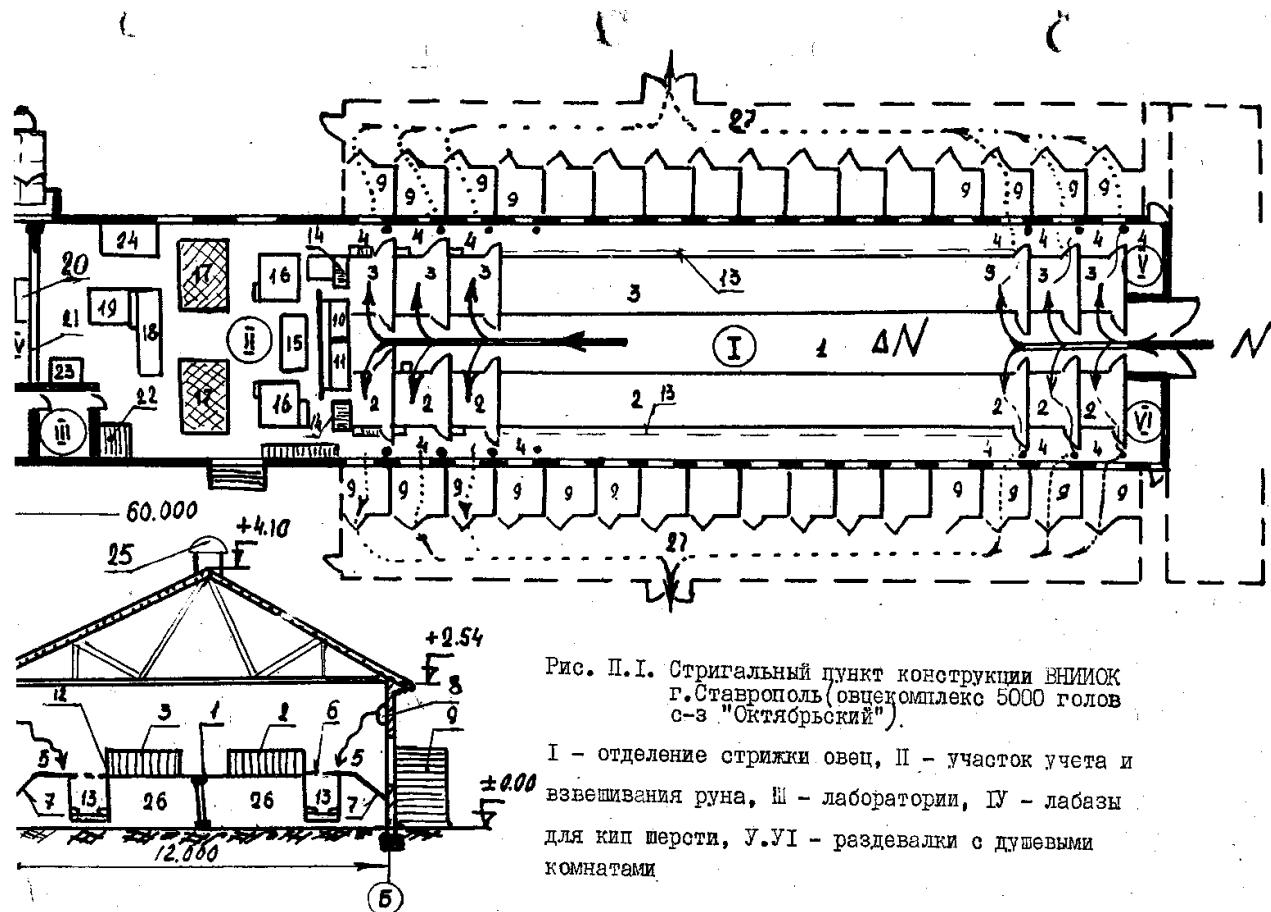


Рис. II.1. Стригальный пункт конструкции ВНИИМК  
г.Ставрополь (овецкомплекс 5000 голов  
с-з "Октябрьский").

I - отделение стрижки овец, II - участок учета и взвешивания руна, III - лаборатории, IV - лабазы для кип шерсти, V-VI - раздевалки с душевыми комнатами

## **2.11 Лабораторная работа №11 (2 часа).**

### **Тема: Установки для купки овец**

**2.11.1 Цель работы:** Изучить конструкции и принцип действия осевой купочной ванны ОКВ и установки струнного типа со встречным механизированным загоном.

#### **2.11.2 Задачи работы:**

- 1.Изучить назначение, устройство и принцип действия осевой купочной ванны ОКВ и установки струйного типа со встречным механизированным загоном.
- 2.Ознакомиться с технологическими схемами установки.
- 3.Изучить особенности эксплуатации установок.
- 4.Начертить технологические схемы и выполнить отчет по работе.

#### **2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Методические материалы для выполнения лабораторной работы.
2. Плакаты.
3. Макет купочной установки

#### **2.11.4 Описание (ход) работы:**

##### **Общие сведения о душевых и купочных установках**

Большой экономический ущерб овцеводству наносит чесотке, вызываемая чесоточным клещом, паразитирующими на коже животного. На овцах паразитируют также кошарные клещи, овечьи кровососки, носовой овод овец, мясные муки.

С лечебной и профилактической целью 2 раза в год (весной и осенью) овец обрабатывают гексахлоранокреолиновой или минерально-масляной эмульсией методом купания в специальных ваннах или опрыскиванием в душевых установках до полного насыщения шерсти. Основные требования к санитарной обработке овец изложены в Инструкции по борьбе с заболеваниями овец и коз чесоткой, утвержденной Главным управлением ветеринарии МСХ СССР 14 июля 1971 г.

В условиях, когда овец обрабатывают только после стрижки (длина шерстяных волокон не превышает 20 мм), целесообразно применять струйные (душевые) установки. При необходимости обработки нестриженных овец строят стационарные купочные ванны. Купание овец в ваннах наиболее распространено.

**Основные операции купания:** впуск отары (700-800 голов) в загон для некупанных овец (предзагон); впуск партии овец из предзагона в рабочий загон; сталкивание партии овец непосредственно в ванну с эмульсией или на платформу, подающую их в ванну; подача в ванну с помощью платформы; выдерживание животных необходимое время в эмульсии; окунание их с головой в эмульсии; выпуск овец из ванны на отстойную площадку; на отстойной площадке 3-5 мин для стекания лишнего раствора и выпуск из нее.

**Вспомогательные операции:** заполнение ванны водой, подогрев воды, приготовление маточного раствора и подача его в ванну с водой, перемешивание рабочей эмульсии в ванне, слив отработанной эмульсии, чистка и мойка купочного устройства.

В процессе купания контролируют температуру и концентрацию активного вещества и эмульсии, следят за уровнем ее в ванне, за экспозицией купания и полного погружения, определяют смачиваемость шерстного покрова.

Для купания овец и пользуясь эмульсию с концентрацией гамма-изомера (компонент гексахлорана) в пределах 0,025-0,03 и креолина 0,25-1,5 %. Для смешивания креолина с гексахлораном применяют смесители, процесс смешивания ведут при температуре 333-338 К (60-65<sup>0</sup>C). Температура рабочей эмульсии в ванне при купании должна быть в пределах 293-298 К (20-25<sup>0</sup>C).

По мере купания эмульсия в ванне загрязняется и в ванне с выходом жидкости с большой концентрацией изомеров быстро обедняется. Ее нормализация после купания 200-400 неостриженных или 300-500 стриженых овец добавляют эмульсию с удвоенным количеством дезинфицирующих средств.

Основные зооветеринарные требования к установке для купания овец. Установки должны обеспечивать возможность получения эмульсии определенным процентом содержания гамма-изомера в пределах температур 293-298 К (20-25°C) в оптимальном объеме ванны 15-17 м<sup>3</sup>. Высота сбрасывания овец в ванну – не более 0,5 м. Длительность регулируемой экспозиции купания не должна превышать 60 с, погружения овец с головой в эмульсию – 1-2 с. Установки должны обеспечивать 100%-ное смачивание кожного покрова. Обработку овец всех пород при сохранении чистоты шерсти. Усилие на рукоятках управления – не более 29,4 Н (3 кг).

Основные недостатки купочных ванн – большой расход жидкости и химических препаратов, нестабильность качества эмульсии, отрицательное влияние а воспроизведение овец, загрязнение окружающей среды отработанной эмульсией. Овца выносит из ванны 1-2 л жидкости, но фактический расход воды на одну голову превышает 10 л., так как эмульсию используют только один день. В объеме эмульсию 18-30 м<sup>3</sup> за один день купают не более 2,5 тыс.. голов. Отработанную эмульсию ежедневно заменяют новой.

В душевых установках используют те же эмульсии, что и в купочных ваннах. Овц опрыскивают сверху и снизу струями эмульсии в течение 1-5 мин в специальной камере.

Преимущество душевых установок: в 3-5 раз меньше расходуется жидкости и химических препаратов, стабильное качество эмульсии, отсутствует травмирование животных, простая технология обработки и возможность изготовления установок передвижными. Недостаток душевых установок: не всегда обеспечивается качественное промачивание шерсти, что опрежеляет условие их применения для обработки овец преимущественно после стрижки.

Передвижные душевые установки позволяют обрабатывать овец на местах пастьбы, что исключает дальние перегоны и скопление на отдельных участках большого количества животных. Неблагополучные и эпизодическом отношении отары не заражают при перегоне местность и не могут иметь в контакте с другими отарами; качество обработки не ниже, чем у стационарных установок<sup>4</sup> в некоторых случаях исключается необходимость строительства дорогостоящих стационарных купочных ванн, если использовать их после стрижки овец, размещенной непосредственно у выходных ворот кошары.

### **Осевая купучная ванна ОКВ**

Предназначена для обработки овец в ванне методом окуривания их с головой в различные растворы и эмульсии. Для дезинфекции с лечебной и профилактической целями. А также для борьбы с кожно-паразитарными заболеваниями этих животных, она обеспечивает комплексную механизацию всех технологических операций, связанных с выполнением такой обработки, при этом независимо от наличия или отсутствия шерсти кожный покров овец и коз полностью смачивается химическими препаратами.

Установка ОКВ (рис. 1) включает строительную часть и технологическое оборудование. Строительная часть состоит из загона для некупаных овец, 2, с воротами 1, рабочего загона 4 с впускными воротами 3, купочной ванны 12 с двустворчатыми дверками 11, двух отстойных площадок 10 и 22 – с отстойниками 6 для выдержки животных после купания и площадки 16. для технологического оборудования

В состав технологического оборудования входит толкающая тележка 5, осевой окуратель 20, котел-преобразователь 14 с устройством для сжигания жидкого топлива 17 и топливным баком 15, смеситель 18 для приготовления гексахлорано-креолинового концентрата, насосная станция 7 с водопроводной системой 9.

При выборе места для размещения установки учитывают следующие основные требования. Грунт должен быть плотные водонепроницаемым. Уклон поверхности не должен превышать  $5^{\circ}$ , но быть таким, чтобы отработанный рабочий раствор из ванны объемом  $50 \text{ м}^3$  ежесуточно самотеком мог поступать в имеющуюся замкнутую впадину, овраг или в вырытую яму, вместимостью не менее  $100 \text{ м}^3$ . Глубина залегания грунтовых вод в весенне время должна быть не менее 4 мест от поверхности земли, площадка должна иметь гарантированное водоснабжение установки на расчета более  $50 \text{ м}^3$  в сутки (при наличии открытого источника). С учетом предохранения от загрязнения поверхностных и грунтовых вод, а также окружающей местности установка может быть смонтирована вблизи стригального пункта, скотопрогонной трассы, однако в радиусе 800 м от нее не должно быть жилых или производственных построек.

В начале строительства роют котлованы под ванну и отстойники – траншеи под фундамент стен рабочего загона, предзагона, отстойных площадок, траншею для сливной трубы и яму для сбора отработанного раствора вместимостью не менее  $100 \text{ м}^2$ , если нет замкнутой впадины или оврага. После земляных работ проводят опалубочные работы, бетонируют фундаменты, дно и стены ванны, отстойников, полы загонов и строят стены.

Предварительный загон 2, имеющий длину 16 м, ширину у входящих ворот 13 м и у рабочего загона 5 м, оборудован двухстворчатых и воротами шириной 3 м, открывающимися наружу. Он имеет сплошные и прочное ограждение из местного строительного материала (деревянное, бетонированное или каменная кладка) высотой не менее 1 м, утрамбованный земляной пол и вмещают отару овец в 700-800 голов из расчета  $0.3\text{-}0.5 \text{ м}^2/\text{гол.}$

Рабочий загон 4, длиной 21 м и шириной 5 м предназначен для приема овец из предварительного загона и принудительной механизированной подачи их группами по 20-35 голов толкающей тележкой к купочной ванне и сталкивания в нее. Он состоит из ограждающих бетонных стен с установленным на них рельсовым путем и толкающей тележки. Пол загона делают бетонированным, ровным, с уклоном в сторону 1:200 для стока воды при его промывании.

Стены загона высотой 1,1 м и шириной 0,3 м изготовлены из монолитного бетона, с внутренней стороны они оштукатурены и зажелезнены. Внутренняя часть стен, примыкающая к ванне, покрыта металлическим листом для уменьшения трения овец об их поверхность. Верхняя часть стен выполнена с уклоном 0,5 % в сторону ванны. Впускные ворота 3 с шириной 5 м выполнены двухстворчатыми и открываются внутрь предзагона. В закрытом положении они установлены неперпендикулярно направлению движения тележки, что позволяет при помощи тележки обсушивать всю помошь предкупочного загона.

По верху стен проложен рельсовый путь, по которому передвигается по всей длине загона толкающая тележка 5, состоящая из сварной рамы на четырех опорных проводных колесах, привода. Толкающих пальцев, сиденья оператора и балластного ящика. Привод – от реверсивного электродвигателя мощностью 3 кВт, через редуктор двухскоростную цепную передачу и систему других цепных передач.

Тележка имеет две скорости перемещения вперед и назад: при рабочем ходе – 0,25 и при холостом – 0,50 м/с. Переключают скорости рычагом кулачковой муфты цепного редуктора, изменяют направление движения на кнопки «Вперед» или «Назад» кнопочного пускателя. Вертикально подвешенные толкающие 62 пальца закреплены впереди рамы тележки шарнирно так, что при движении тележки вперед (в сторону ванны) они сгущены в вертикальное положении. При заднем ходе (в сторону приемного загона) и наезда на препятствие пальцы поворачиваются на оси и поднимаются. Положение опущенных пальцев регулируют опорными винтами. Во избежание травмирование овец нижние концы толкающих пальцев. Заканчивающиеся шарообразными наконечниками, должны располагаться в одной плоскости. Зазор между концами пальцев и полом, а также между крайними пальцами и стенами загона устанавливают не более 50 мм.

Для увеличения сцепления колес с рельсами, а также для предотвращения опрыскивания тележки при толкании овец балластный ящик загоняют песчано-гравийной смесью.

Питание электродвигателя тележки осуществляется по кабелю, подвешенному на зажимах и кольцах к проволоке, натянутой над рельсовым путем. Управляют тележкой с сиденья оператора, расположенного на тележке. Перемещение тележки по рельсам ограничено упорами у ванны и у главных ворот.

Рабочий загон от ванны отделен защитными прорезиненными фартуками подвешенными на перекладине и открывающим ванну с раствором от овец до момента их сбрасывания. Он препятствует также случайному возвращению овец из ванны в загон.

Купочная ванна 12 длиной 5 м, шириной 2,5 м и глубиной 1,5 представляет собой монолитную герметичную бетонную емкость с двумя боковыми пандусами для выхода искупанных овец. Дно ванны, имеющие гидроизоляцию, выполнено с небольшими уклоном в сторону сливной трубы, уложенной в нижний угол стенки. Сливную трубу диаметром не менее 0,2 м укладывают в траншее с уклоном в направлении слива 1:25.

В продольной стенке ванны со стороны площадка технологического оборудования и в боковых стенках у дна ванны сделана пазы, в которых уложены трубы барботера для подогрева раствора. Со стороны рабочего загона заподлицо в бетон стенки ванны заложена линейка так, что риска 18,5 м<sup>3</sup> соответствует отметка 0,245 м. Внутренние поверхности стен ванны штукатурят цементным раствором и железят.

Выходы в отстойные загоны с обеих сторон ванны перекрываются двухстворчатыми дверцами 11, открываются и закрываются они при помощи гидроцилиндров. Дверки используют для выпуска искупанных овец и перемешивания раствора в ванне во время приготовления.

На площадке для размещения технологического оборудования с противоположной от рабочего загона стороны ванны смонтирован окунатель 20 для погружения овец с головой в рабочий раствор. Он состоит из сварной платформы с настилом из березовых, дубовых или лиственных планок, рамы, противовеса и гидросистемы с приводом.

Платформа, расположенная под ванной, полностью перекрывает ее зеркало. Ход ее вверх и вниз – 1,2 м. в нижнем положении она располагается на 0,45 м ниже верха ванны. Во избежание травмирования овец зазор между краями платформы и стенки ванны должен быть не более 50 мм, скорость спускания – 0,1 подъема – 0,2 м/с. Шарнирное соединение платформы с рамой, прикрепленной к бетонированному основанию, обеспечивает при движении вверх и вниз ее постоянное горизонтальное положение.

Перемещается платформа с помощью двух гидроцилиндров с приводным устройством, состоящим из электродвигателя мощностью 2,2 кВт, гидронасоса НШ – 10Е, золотникового распределителя, масляного бачка, трубопроводов и аварийного вентиля. К гидроцилиндрам подъема и спусканий платформа масло подается по маслопроводам и шлангам высокого давления. От привода окунателя независимо приводится в действие гидроцилиндры дверок для выпуска из ванны.

Противовес в виде ящика с балластом предназначен для аварийного случая. Если в тот момент, когда овцы платформой погружены в раствор с головой и гидросистема отказалась, оператор открытием аварийного вентиля сбрасывает давление в гидроцилиндрах, платформа под действием противовеса сама поднимается вверх, позволяя овцам поплыть над поверхностью эмульсии.

Управляют окунателем с площадки оператора ванны.

Отстойные площадки 10 и 22 размером 10x11 предназначены для выдержки овец после купания с целью сбора стекающего с них раствора. Бетонированный монолитный пол площадки должен иметь уклон в сторону отстойников 6. ограждение площадок высотой 1,1 м делают из бутобетона, металлической сетки или других местных

материалов. Монолитная окантовка ограждения выполняется высотой не менее 10 см и шириной 20 см. Площадки имеют ворота, открываются наружу, для выпуска овец в размещаемый рядом загон без твердого покрытия дл сбора и размещения обработанных овец одной отары.

Для сбора стекающего с овец раствора перед ванной расположен тонированный отстойник 6 вместимостью 1,6 м<sup>3</sup>, покрытый сверху решетчатым листом и связанный двумя трубами с ванной. По верхней трубе отстоявшийся раствор постоянно сливается обратно в ванну по нижней, снабженной шиберной заслонкой. Сбрасывается грязь из отстойника в ванну ежедневно после окончания работы при очистке.

Все технологическое оборудование, за исключением насосной станции. Размещают на ровной площадке 16 размером 6x8 м, засыпанной песчано-гравийной смесью и утрамбованной. Площадку после установки котла преобразователя КВ-300М обновят ограждением из местных материалов.

На площадке, кроме котла – парообразователя 14 с топливным баком 15 и устройством для сжигания топлива 17, установлены смеситель 13, опора окунителя 20, гидропривод и гидросиловой распределительный щит 18.

Смеситель 13 предназначен для приготовления гексахлоранового концентрата. Состоит из сварного цилиндрического бака вместимостью 0,55 м<sup>3</sup> с расположенным внутри него барботером для подогрева пером приготовляемого раствора и мешалкой. Мешалка представляет собой вертикальный вал с лопастью, приводимый во вращение от электродвигателя мощностью 0,6 кВт через червячный редуктор, клиноременную и цепную передачи. Поскольку нижний подшипник вала (скольжения) изготовлен из капрона, включать провод можно только после заливки в бак жидкости в количестве не менее 10 л. Для контроля за температурой в баке предусмотрен ручной термометр, а за количеством раствора – мерная линейка. Частота вращения лопастного ротора мешалки – 68 мин<sup>-1</sup>.

Котел – парообразователь КВ-300М обеспечивает подогрев рабочего раствора в ванне 12 и подогрев компонентов при приготовлении маточного раствора в смесителе. Он вырабатывает до 400 кг/ч перегретого пара с температурой до 403 К (130<sup>0</sup>С) и избыточным давлением до 68,7 кПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>), а также нагревает воду до 343 К (70<sup>0</sup>С) для технологических нужд. Работает котел на жидком топливе (тракторный керосин, дизельное или печное), для чего его комплектуют оборудованием ПНГ-2. в отличие от КВ-300 котел КВ-300М имеют парообразователь. Теплообменник для нагрева воды, регулятор уровня воды в кotle, датчики уровней, центробежный водянной насос, лючок для очистки котла от шлама, электроконтактный манометр, взрывные клапаны. В линию подпитки воды встроенное противонажимное магнитное устройство (ПМУ).

Оборудован для сжигания жидкого топлива ПНГ-2 17 состоит из пневматической низконапорной горелки с электродвигателем мощностью 0,6 кВт. Вентилятором и датчиком пламени. Оно обеспечивает автоматический или ручной режим работы котла.

Топливный бак 15 вместимостью 300 л установлен на высоких опорах, благодаря чему топливо к ПНГ-2 поступает самотеком. Котел КВ-300М имеет автоматическую защиту от возникновения аварийных режимов. Если давление в кotle превысит допустимое, погаснет пламя горелки или опустится уровень воды. О котел автоматически отключается от электросети, прекратится подача топлива к горелке и одновременно с этим включится световая сигнализация.

Насосная станция 7 для подачи воды из открытого источника состоит из центробежного самовсасывающего насоса СЦЛ-00, установленного на общей раме с электродвигателем 5,5 кВт и заборного рукава с обратным клапаном. Она обеспечивает забор воды с глубины 5 м, высоту напора до 30 м и развивает производительность 6,7 л/с. Система водопроводов служит для подачи холодной воды в закупочную ванну, в котел-парообразователь и брандспойт для очистки площадок и установки. Горячая вода из КВ-300М поддается в смеситель. а пар в барботеры купочной ванны и смесителя.

При отсутствии открытого источника воды применяют установки, воду из шахтного колодца, буровой скважины или используют привозную воду. Разместив установку на комплексе, ее запитывают водой из водопровода.

Электрооборудование обеспечивает привод всех агрегатов установки, а также автоматический режим работы котла-парообразователя. Оно состоит из асинхронных трехфазных электродвигателей приводов, пусковой и контрольной аппаратуры. Питание электрооборудование – от силового распределительного щита 18 с рубильником на вводе.

Управляют толкающей тележкой, смесителем, гидроприводом при кнопочных постов. Установленных на этих агрегатах, насосной станцией – кнопочным постом на силовом распределительном щите, электрооборудованием котле-парообразователя КВ-300М – с пульта управления, расположенного непосредственно у котла.

Снабжают установку электроэнергией от линии электропередач трехфазного тока напряжением 380-220 В или от передвижной электростанции мощностью не менее 18 кВт. При использовании передвижной электростанции ее располагают вдали от установки так, чтобы шум от двигателя внутреннего сгорания не отпугивал овец. Для защиты обслуживающего персонала и животных от положения электрическим током все металлические потоковедущие части электроустановок и металлические конструкции ОКВ. Которые могут оказаться под током надежно заземляют; корпус силового распределительного щита – через раму окунателя на сливную трубу ванны. Остальные металлоконструкции соединяют между собой металлическим прутком. Все соединения сваривают. Общее сопротивление заземления не должно превышать 10. при большем сопротивлении сваривают искусственный заземлительный контур.

В целях нормальной эксплуатации установки ее обеспечивают резервуаром вместимостью  $25\text{ м}^3$  для хранения запаса воды и емкость не менее  $3\text{ м}^3$  для хранения креолина. Установленной на опоры высотой 1,5 м (чтобы заправлять смеситель самотеком).

Около установки строят подсобные помещения для хранения дезсредств и снегопада, отдыха персонала, пункт оказания первой медицинской помощи.

Перед эксплуатацией агрегаты с механическим и гидравлическим приводом обкатывают и регулируют. Установку готовят к работе.

Проверяют наличие смазки в редукторах, на всех труящихся поверхностях смазывают в соответствии с таблицей смазки. Проверяют правильность натяжения клиновременных и цепных передач, надежность крепления всех деталей.

Перед первым пуском (в начале сезона купания, а также после ремонта или длительного хранения) проводят гидравлическое испытания котла-парообразователя КВ-300М. Для этого заполняют его полностью водой. Доводят избыточное давление в кotle 68,7 кПа, закрывают вентиль и проверяют наличие утечки воды в соединениях или трещинах. При таком давлении выдерживают 5 мин. Если давление падает, находят и устраняют подтеки. Если давление удерживается, то доводят его до 68,7 кПа. При этом давлении должны сработать предохранительные клапаны и слить часть воды.

После такого испытания лишнюю воду сливают до нормального уровня и приступают к эксплуатации котла.

Обращают внимание на надежность заземления всех металлических частей установки.

Обслуживают установку три человека: оператор, толкающий тележки, оператор-окунателя и электрик-механик. Веттехник помогает операторам приготовлять маточный и рабочий растворы, обеспечивает постоянное поддержание в купочной ванне раствора необходимой концентрации по активно действующему веществу, контролирует температуру рабочего раствора и постоянно качество обработки овец.

Оператор окунатель включает насосную станцию, заполняет водой котел-парообразователь до среднего уровня водомерного стекла, открыв продувочный вентиль для выхода воздуха. Он же заполняет ванну до отметки  $17\text{ м}^3$  то мерной линейке. В это

время оператор тележки наполняет топливом бак, разжигает устройство ПНГ-2 и обеспечивает горение топлива с минимальным дымлением.

После заполнения ванны водой ее подогревают до температуры 293-298 К (20-35<sup>0</sup>C) острым АРМ, открыв его подачу из котла в барботер ванны. При этом пузырьки пара, находящего из отверстия барботер, не должны достигать поверхности воды: пар должен полностью конденсироваться в воде.

Технология приготовления смесителя гексахлоранокреолинового концентрата (готовит веттехник) следующая. В смеситель через верхнюю откидную крышку заливают креолин и нагревают его до температуры 353-363 К (80-90<sup>0</sup>C), открыв вентилем подачу пара из котлапарообразователя в барботер смесителя. После этого включают электродвигатель привода мешалки и при постоянном перемешивании в смеситель засыпают гексахлоран из расчета 1, весовая часть на 5 частей креолина. После полного растворения гексахлорана в креолине в смеситель добывают 4 весовые части горячей воды температурой не ниже 343 К (70<sup>0</sup>C) и эту смесь перемешивают.

После подогрева воды в купочной ванне открытием вентиля сливают из смесителя готовый концентрат из расчета 2,5 части концентрата на 97,5 части воды и тщательно перемешивают раствор многократным открытием и закрытием дверок ванны с помощью гидроцилиндров.

Когда рабочий раствор в ванне готов, приступают к обработке овец. Половину отары (300-400 голов) из предварительного загона перегоняют в рабочий загон. При этом толкающая тележка установленная в крайнем положении у ванны, платформа окупателя находится в верхнем положении, а дверцы купочной ванны закрыты.

Впусканые ворота загона закрывают. Оператор толкающей тележки включает привод и задним ходом на второй скорости подъезжает к животным. Затем он переключает привод на первую (пониженнную) скорость и наезжает на овец. При этом толкающие пальцы утыкаются в овец, поворачиваются вверх и скользят по их стенам. Отмерив на глаз группу вец в 20-25 голов. Оператор отключает привод нажатием кнопки «Стоп». После того как все пальцы опускаются, он включает привод кнопкой «Вперед» и начинает движением тележки на пониженной скорости подгонять овец к купонной ванне. При этом оператор внимательно следит за их состоянием. При возникновении опасности защемления ног овец между толкающими пальцами и полом или стенкой загона, а также при падении овец на пол, отключает привод, а при необходимости отъезжает назад. Если овцы проходят вперед свободно, без сопротивления, и даже отбегают от тележки оператор может переключить движение тележки на повышенную (вторую) скорость. Сталкивают овец в ванну и первой (пониженной) скорости, так как сопротивление возрастает. После того как тележка столкнет всех овец в ванну, ее перемещают назад за следующей группой.

Как только животные окажутся в ванне, оператор окупателя поворотом рычаге гидрораспределителя включает гидроцилиндры не опускание платформы окупателя и на 1-2 с погружает овец с головой в раствор, не допуская защемления их между платформой стенками ванны. Затем переводит рычаг гидрораспределителя на подъем платформы. Поднимая ее в верхнее исходное положение.

После выдержки овец в ванне 50-60 с оператор включает гидроцилиндры на открытие дверок. Они выплывают и по пандусам выходят на отстойные площадки. При необходимости направляют овец рогачом в сторону дверок. Когда же овцы выйдут на отстойную площадку, оператор включает гидросистему на закрытие дверок. После столкновения в ванну новой группы овец процесс купания повторяется.

Задержав овец на отстойной площадке до 5 мин. их выпускают в загон для купающих овец. Раствор, попавший на отстойную площадку, по уклону стекает в отстойник и далее по верхней трубе – обратно в ванну. В случае отказа гидросистемы или внезапного отключения тока при нижнем положении платформы оператор должен остановить электродвигатель, открыть аварийный вентиль на масляном бачке и вручную платформу вверх, а затем открыть выходные дверки.

В процессе купания необходимая концентрация гамма-изомера в ванне сохраняется. Поэтому в нее добавляют активированный креолин для гексахлорановый концентрат, чтобы купание овец проходило в достаточно активной рабочей эмульсии.

В конце рабочего дня использованный раствор сливают из ванны и отстойников в котлован, с помощью брандспойта смывают грязь из рабочего и отстойного загонов в ванну, горячей водой промывают отстойники и ванну, бак смесителя, сливают смывную воду в котлован. Осматривают барботер ванны и прочищают его отверстия.

На следующий день готовят свежий рабочий раствор.

После весеннего или осеннего купания установку промывают раствором и воду сливают из всей системы, а оборудование надежно консервируют для хранения его на месте или демонтируют и хранят на складе. Поврежденную окраску восстанавливают. Точки смазки трущиеся поверхности деталей, как снятых, так и оставшихся на месте узлов и агрегатов, покрывают универсальной смазкой. Места соединений гидросистема герметизируют пробками. Выявляют техническое состояние агрегатов установки и производят необходимый ремонт и замену изношенных и поломанных деталей.

### **Техническая характеристика установки ОКВ**

|  |         |
|--|---------|
| Производительность среднесменная, гол/ч  | 450-500 |
| Установленная мощность электродвигателей, кВт  | 11,4    |
| Количество рабочего раствора в купочной ванне, м <sup>3</sup>  | 18,7    |
| Вместимость отстойников, м <sup>3</sup>  | 1,6     |
| Вместимость смесителя, л   | 550     |
| Время, необходимое на нагрев 20 м <sup>3</sup> раствора от 288 до 298 К (от 1 до 20 <sup>0</sup> C), ч | 1,5-2   |
| Расход дизельного топлива котлом-парообразователем при подогреве ванны, кг/ч                           | 10-31   |
| Скорость перемещения тележки, м/с:   |         |
| при рабочем ходе   | 0,25    |
| при холостом ходе  | 0,59    |
| Количество овец, забираемое тележкой за один ход, не более гол   | 35      |
| Подача насосной установки, м <sup>3</sup> /ч   | 18-24   |
| Масса (без бетона и растворов), кг   | 5100    |
| Обслуживающий персонал, чел:   |         |
| оператор   | 2       |
| механик  | 1       |

### **Установка стройного типа с встречным механизированным загоном**

Предназначена для стройной (душевой) обработки овец после стружки. Состоит (рис. 2) из двух противоположного расположенных загонов 1 для неподвешенные обработанных овец, двух предкупочных загонов 2 с толкающими тележками 4, душевой камеры 6, резервуара для рабочего раствора 11, оборудованные для приготовления и нагрева рабочего раствора, насосного агрегата 15, отстойного загона 10.

Душевая камера 6 площадью м<sup>2</sup> состоит из ограждающих стенок, щелевого пола, двух входных дверей 8, расположенных одна против другой и выходной двери 7. В щелях пол 15-16 мм размещены сопла, смонтированные на нижней штанге 17. над камерой

установлена верхняя штанга с соплами, направленными вниз. Обе трубчатые штанги смонтированы на каретке, перемещающей их в возвратно-поступательном направлении.

С двух сторон к душевой камере пристроены два предкупочных загона 2 длиной по 15 м и шириной по 2,65м с бетонированным полом и ограждением. В каждом предкупочном загоне имеется толкающая тележка 4, где расположены шарнирно пальцы-толкатели и рабочее место оператора.

Оборудование для приготовления в фильтрации жидкости включает бак для жидкости 11, нагреватель 14, смеситель-отстойник 13, фильтр 12 с мусоросборником.

Перед началом работы готовят рабочий раствор, ставят тележки у камеры, ставят пальцы в горизонтальное положение, поднимают впускные двери душевой камеры и загоняют овец с двух сторон в приемные и предкупочные загоны – по 300-350 голов. Затем закрывают двери, отделяющие предкупочные загоны от приемных, наезжают толкающими тележками на овец и захватив по 15-20 голов с каждой стороны подгоняют их к душевой камере. Овцы, видящие встречно движущуюся группу, без сопротивления заполняют душевую камеру. После закрытия входящих дверей включают насосный агрегат и привод каретки. Струи рабочей жидкости при выходе из сопел, движущихся над овцами и под ними, равномерно смачивают шерстный покров животных. Полная смачиваемость всей поверхности шерстного покрова овец достигается за 2-3 прохода каретки. Затем овец выпускают в отстойный загон 10. Далее процесс обработки овец повторяется.

#### ***Техническая характеристики установки струнного типа***

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| Пропускная способность, гол/ч         | 500 |
| Мощность электроустановок, кВт        | 8,2 |
| Расход рабочего раствора на 1 овцу, л | 2-3 |
| Обслуживающий персонал, чел           | 3   |

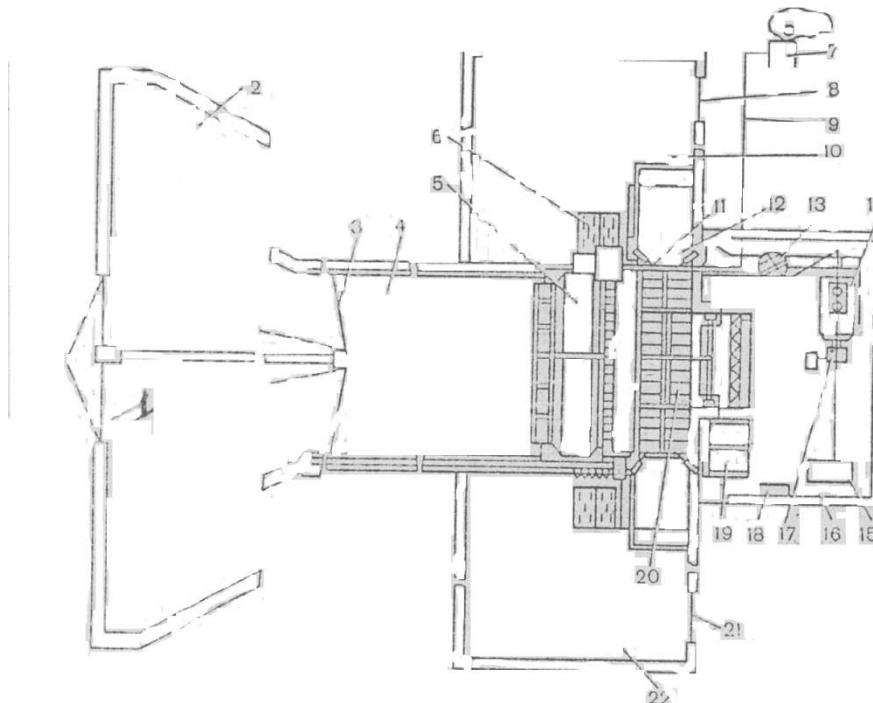


Рис. 1 Установка купочная механизированная ОКБ:

1 – ворота, 2 – загон для неискупанных овец (предзагон), 3 – впускные вороты рабочего загона, 4 – рабочий загон, 5 – толкающая тележка, 6 – отстойники, 7 – насосная станция, 8 и 21 – выпускные ворота, 9 – водопровод, 10 и 22 – отстойные площадки, 11 – двухстворчатые дверки ванны, 12 – купочная ванна, 13 – смеситель, 14 – котел-парообразователь КВ-300М, 15 – бак топливный, 16 – площадка для технологического оборудования, 17 – оборудование ПНГ-2 для сжигания жидкого топлива, 18 – электросиловой щит, 19 – тент над рабочим местом оператора ванны, 20 - окунатель

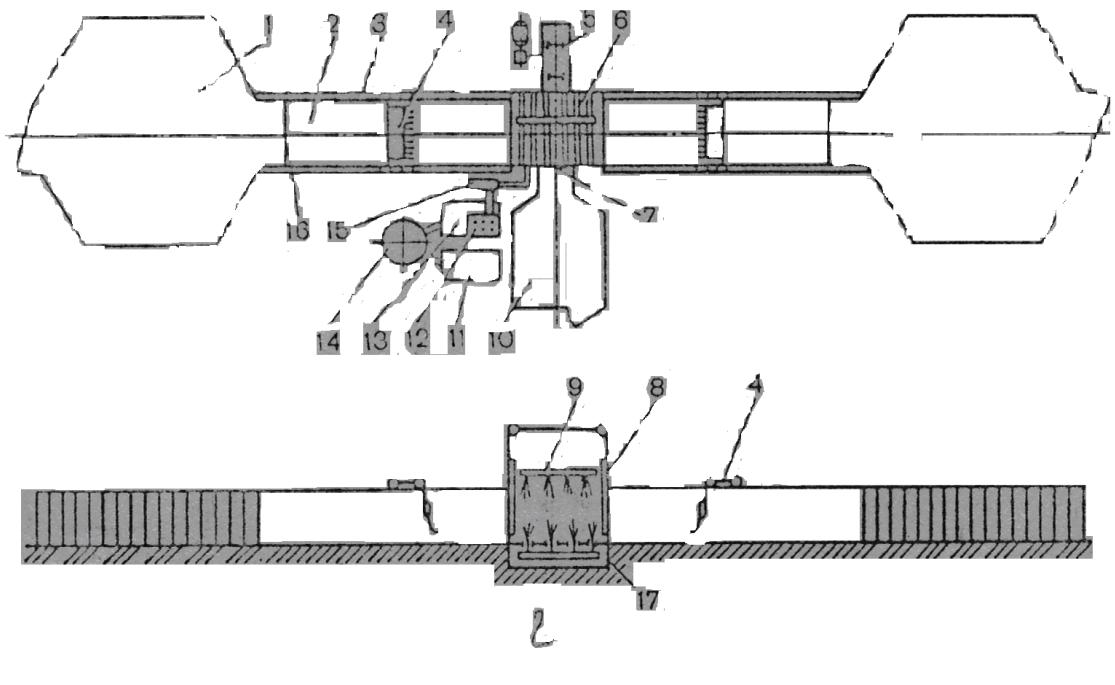


Рис. 2 Схема установки струйного типа:

1 – приемный загон, 2 – предкупочный загон, 3 – рельсовый путь тележки, 4 – толкающая тележка, 5 – каретка движения штанг, 6 – душевая камера, 7 – выходные двери, 8 – входные двери, 9 – верхняя распылительная штанга, 10 – отстойный загон, 11 – резервуар, 12 – фильтр, 13 – отстойник, 14 – нагнетатель, 15 – насосный агрегат, 16 – ворота, 17 – нижняя штанга

## **2.12 Лабораторная работа №12, 13 (4 часа).**

**Тема: Математическое моделирование технологических процессов.**

**2.12.1 Цель работы:** Выявить математические решения задач

**2.12.2 Задачи работы:**

1. Изучить основные процессы в животноводстве
2. Научиться пользоваться теоремами Гаусса, Крамера при решении задач

**2.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Калькулятор
- 2.Линейка

**2.12.4 Описание (ход) работы:**

**1. Классификация процессов первичной переработки сельскохозяйственной продукции**

Всё многообразие процессов первичной переработки продукции в АПК можно классифицировать следующим образом.

**1.1 Частичное обезвоживание высоковлажных продуктов термическим способом:**

- 1.1.1. Сушка зеленой травы с целью получения сенажа, сена, травяной муки;
- 1.1.2. Сушка фруктов, ягод, овощей, грибов;
- 1.1.3. Сушка натурального молока с целью получения сгущённого или сухого молока;
- 1.1.4. Сушка натуральных сливок с аналогичными целями;
- 1.1.5. Сушка свежих куриных яиц - яичный порошок;
- 1.1.6. Сушка рыбы, мяса;
- 1.1.7. Сушка кровяной муки на предприятиях по убою скота – кровяная мука;
- 1.1.8. Сушка сырого зерна; сырого сена;
- 1.1.9. Сушка макаронных изделий в процессе их производства;
- 1.1.10. Сушка сухарей из хлебобулочных изделий;
- 1.1.11. Сушка сока сахарной свеклы в процессе производства сахара;
- 1.1.12. Перегонка воды с целью получения дистиллированной воды;
- 1.1.13. Перегонка спиртосодержащих жидкостей с целью получения жидкостей с иным содержанием спирта;
- 1.1.14. Сушка строительных пиломатериалов

**1.2. Механическое разделение сырьевых продуктов на составные компоненты отжимом в поле центробежных сил (центрифugирование), отстоем в поле гравитационных сил,**

**прессованием, разделением на решетных классификаторах, фильтрах, магнитных сепараторах:**

- 1.2.1. Отжим соков зеленых трав, соков свежих ягод, фруктов, овощей;
- 1.2.2.Отжим растительных масел из семян масличных культур;
- 1.2.3. Разделение молока на сливки и обезжиренное или нормализованное по жиру молоко;
- 1.2.4.Разделение жидкого навоза на густую и осветленную жидкую фракции;
- 1.2.5. Очистка зерна от посторонних примесей;
- 1.2.6. Сортировка сыпучих строительных материалов, зерна на размерные фракции;
- 1.2.7. Очистка молока, растительных и машинных масел от механических примесей;

### 1.2.8. Мойка корнеплодов.

### 1.3. Смешивание различных веществ между собой с целью получения смесей с заданными физико-механическими, химическими или биологическими свойствами:

- 1.3.1. Смешивание моющих и дезинфицирующих веществ с водой;
- 1.3.2. Высококонцентрированных ядов, удобрений с водой с целью получения рабочих растворов;
- 1.3.3. Горячей и холодной воды с целью получения теплой воды;
- 1.3.4. Серной кислоты с дистиллированной водой для получения электролита свинцовых кислотных аккумуляторных батарей;
- 1.3.5. Сухого молока с водой для получения восстановленного молока (молочный напиток);
- 1.3.6. Сливок с маложирным молоком или обезжиренного молока с высокожирным молоком с целью получения нормализованного по жиру молока;
- 1.3.7. Спирта с водой и микродобавками для получения спиртных напитков;
- 1.3.8. Смешивание различных кормов между собой для получения кормосмесей;
- 1.3.9. Муки с водой и микродобавками для получения теста;
- 1.3.10. Сыпучих строительных материалов (цемент, песок, гравий, щебенка и т. д.) с водой;
- 1.3.11. Смешивание красок между собой или с растворителями.

Характерной особенностью процессов первой группы является разделение исходного продукта или сырья на частично (или полностью) обезвоженный остаток с заданной влажностью и чистую, практически дистиллиированную воду с содержанием сухого вещества в ней "ноль" процентов, удаленную из сырья в виде пара.

Графическая интерпретация таких процессов может быть представлена следующим образом:

**Таблица 1**

| Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса |                   |   |                  |
|--|---|-------------------|---|------------------|
|  | Сырьё   | Испарившаяся вода | = | Конечный продукт |
| Масса или объем вещества                                       | $M_c$   | $M_b$             |   | $M_{k.n.}$       |
| Относительная влажность, %                                     | $W_c$   | $W_b = 100\%$     |   | $W_{k.n.}$       |

где  $W_c$ ,  $W_b$ ;  $W_{k.n.}$  относительная влажность, соответственно, сырья, испарившейся воды и конечного продукта.  $W_{k.n.}$  В таких процессах всегда меньше  $W_c$ , т.е.  $W_{k.n.} < W_c$ .

При расчете этих процессов требуется определить либо выход конечного продукта при заданном количестве сырья, либо потребное количество сырья при заданном количестве продукта. Иногда требуется определять и выпаренное количество влаги, необходимое для расчета потребного количества тепла и, следовательно, топлива для испарения этой влаги, например, на огневых сушилках.

Математическая модель таких процессов будет иметь вид

$$M_C - M_B = M_{K\pi}. \quad (1)$$

$$W_C M_C - 100 M_B = W_{K\pi} M_{K\pi}. \quad (2)$$

где  $M_C$ ,  $M_B$ ,  $M_{K.P.}$  – масса сырья, влаги, конечного продукта соответственно;  $W_C$ ,  $W_{K.P.}$  – относительная влажность сырья и конечного продукта.

Уравнение (1) этой системы представляет собой уравнение баланса масс веществ, участвующих в процессе сушки сырья. Уравнение (2) – уравнение баланса влаги в этом процессе.

Решив систему уравнений (1) и (2), получим значения величин  $M_C$ ;  $M_B$ ;  $M_{C,p}$

$$M_C = f(M_B; M_{K\pi}; W_C; W_B; W_{K\pi})$$

$$M_B = f(M_C; M_{K\pi}; W_C; W_B; W_{K\pi})$$

$$M_{K\Pi} = f(M_B; M_C; W_C; W_B; W_{K\Pi})$$

$$100 - W_{\text{app}}$$

$$M_c = M_{K.P.} \frac{100 - W_{K.P.}}{100 - W_c} \quad (3)$$

$$M_C = M_B \cdot \frac{100 - W_{K.P.}}{W_C - W_{K.P.}} \quad (4)$$

$$M_{K.P.} = M_c \frac{100 - W_{c.}}{100 - W_{K.P.}} \quad (5)$$

$$M_{K.P.} = M_B \frac{100 - W_C}{W_C - W_{K.P.}} \quad (6)$$

$$M_B = M_{C_1} \frac{W_{C_1} - W_{K,II}}{100 - W_{K,II}} \quad (7)$$

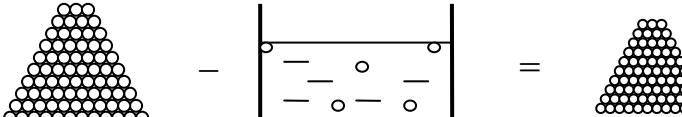
$$M_B = M_{K.P.} \frac{W_C - W_{K.P.}}{100 - W_C} \quad (8)$$

Именно в таком виде формулы (3)...(8) используются в литературе.

Особенностью процессов второй группы является получение жидких фракций, влажность которых всегда меньше 100%.

Графическая интерпретация таких процессов выглядит следующим образом:

## Таблица 2

| Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса                                  |                |                |
|--|--|----------------|----------------|
|  |  |                |                |
| 1 Название вещества  | Сырьё  | Жидкая фракция | Густая фракция |
| 2 Масса или объем вещества                                     | $M_c$  | $M_{ж.ф.}$     | $M_{г.ф.}$     |
| 3 Относительная влажность, %                                   | $W_c$  | $W_{ж.ф.}$     | $W_{г.ф.}$     |

где  $W_c$ ;  $W_{ж.ф}$ ;  $W_{e.ф}$  - относительная влажность, соответственно, сырья жидкой фракции, густой фракции.

Численное значение влажности  $W_c$ ;  $W_{ж.ф}$ ;  $W_{e.ф}$  в процентах и количество одного из трех веществ, участвующих в процессе в массовых или объемных единицах обычно задается в качестве исходных данных. Количество двух других веществ определяется расчетным путем.

Математическая модель описанного процесса будет иметь вид:

$$M_c - M_{ж.ф} = M_{e.ф} \quad (9)$$

$$W_c M_c - W_{ж.ф} M_{ж.ф} = W_{e.ф} M_{e.ф} \quad (10)$$

Решив данную систему уравнений, получим по аналогии с (3...8) зависимости

$$M_c = f(M_{ж.ф}; M_{e.ф}; W_C; W_{ж.ф}; W_{e.ф})$$

$$M_{ж.ф} = f(M_C; M_{e.ф}; W_C; W_{ж.ф}; W_{e.ф})$$

$$M_{e.ф} = f(M_{ж.ф}; M_C; W_C; W_{ж.ф}; W_{e.ф})$$

Конечные формулы имеют следующий вид:

$$M_c = M_{ж.ф} (W_{ж.ф} - W_{г.ф}) / (W_{ж.ф} - W_c)$$

$$M_{ж.ф} = M_{ж.ф} (W_{ж.ф} - W_{г.ф}) / (W_c - W_{г.ф})$$

$$M_{г.ф} = M_c (W_{ж.ф} - W_c) / (W_{ж.ф} - W_{г.ф})$$

$$M_{г.ф} = M_{ж.ф} (W_{ж.ф} - W_c) / (W_c - W_{г.ф})$$

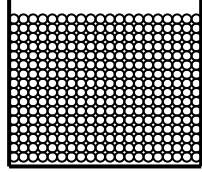
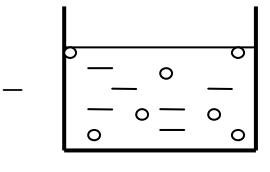
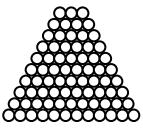
$$M_{ж.ф} = M_c (W_c - W_{г.ф}) / (W_{ж.ф} - W_{г.ф})$$

$$M_{ж.ф} = M_{г.ф} (W_c - W_{г.ф}) / (W_{ж.ф} - W_c)$$

В качестве конкретного примера **процессов второй группы** рассмотрим моделирование процесса получения подсолнечного масла.

Графическая интерпретация этого процесса будет выглядеть следующим образом:

**Таблица 3**

| Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса                                 |  |   |
|--|---|--|---|
|  |  |  |  |
| Название вещества  | Семена подсолнечника  | Подсолнечное масло   | Подсолнечный жмых   |
| Масса вещества   | $M_c$ .   | $M_m$ .  | $M_{ж.м}$ .   |
| Относительное содержание растительного жира, %                 | $\mathcal{K}_c$ .   | $\mathcal{K}_m$ .  | $\mathcal{K}_{ж.м}$ .   |

где  $\mathcal{K}_c$ ;  $\mathcal{K}_m$ ;  $\mathcal{K}_{ж.м}$  процентное содержание растительного жира, соответственно, в семенах подсолнечника, в подсолнечном масле и подсолнечном жмыхе.

Математическая модель процесса получения подсолнечного масла имеет вид:

$$M_c - M_m = M_{ж.м} \quad (11)$$

$$\mathcal{K}_c M_c - \mathcal{K}_m M_m = \mathcal{K}_{ж.м} M_{ж.м} \quad (12)$$

Решив систему уравнений (11) и (12) в общем виде, получим конечные формулы:

$$M_m = M_{ж.м} (\mathcal{K}_c - \mathcal{K}_m) / (\mathcal{K}_m - \mathcal{K}_{ж.м})$$

$$M_m = M_c (\mathcal{K}_c - \mathcal{K}_m) / (\mathcal{K}_m - \mathcal{K}_{ж.м})$$

$$M_{JM} = M_m (J_m - J_c) / (J_c - J_{Jm})$$

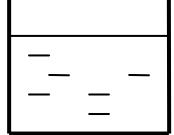
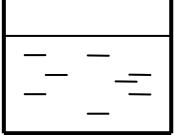
$$M_{JM} = M_c (J_m - J_c) / (J_m - J_{Jm})$$

$$M_c = M_{JM} (J_m - J_{Jm}) / (J_m - J_c)$$

$$M_c = M_m (J_m - J_{Jm}) / (J_c - J_{Jm})$$

Моделирование **процессов третьей группы** покажем на примере приготовления электролита различной плотности для свинцовых аккумуляторных батарей.

**Таблица 4**

|  | Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса                                |   |             |
|--|--|--|---|-------------|
|  |  |  |  |             |
|  | Название вещества  | Серная кислота   | Дистиллированная вода   | Электролит  |
|  | Объем вещества, см <sup>3</sup>                                | $V_k$  | $V_b$   | $V_{el}$    |
|  | Плотность, г/см <sup>3</sup>                                   | $\rho_k$   | $\rho_b$  | $\rho_{el}$ |

Математическая модель процесса

$$V_k + V_b = V_{el} \quad (13)$$

$$\rho_k V_k + \rho_b V_b = \rho_{el} V_{el}$$

После решения системы (13); (14) конечные формулы будут иметь следующий вид:

$$VK = V_B (\rho_{el} - \rho_b) / (\rho_k - \rho_{el})$$

$$VK = vEL (\rho_{el} - \rho_b) / (\rho_k - \rho_b)$$

$$V_B = VK (\rho_k - \rho_{el}) / (\rho_{el} - \rho_b)$$

$$V_B = V_L (\rho_k - \rho_{el}) / (\rho_k - \rho_b)$$

$$V_{EL} = VK (\rho_k - \rho_b) / (\rho_{el} - \rho_b)$$

$$V_{EL} = V_B (\rho_k - \rho_b) / (\rho_k - \rho_{el})$$

Надеемся читатель убедился в трудности использования метода продуктового расчета, основанного на использовании готовых конечных формул. Алгоритма запоминания названных формул не существует. Для использования этого метода необходимо иметь значительный объем справочной литературы, охватывающей всё многообразие процессов первичной переработки продукции в АПК.

Алгоритм математического моделирования процессов первичной переработки продукции не требует наличия справочной литературы, запоминания готовых конечных формул.

Рассмотрим этот алгоритм подробнее.

## 2. Алгоритм математического моделирования процессов первичной переработки продукции в АПК

Прежде чем приступить к расчету любого из перечисленных выше процессов, необходимо тщательно изучить поставленную задачу, выучить на память содержание задачи, выделить в ней главное - что дано и что требуется определить расчетным путем. Необходимо ясно представлять **сущность, смысл, идею и графическую интерпретацию технологического процесса**.

После этого вычертить и заполнить таблицу.

Рассмотрим это на примере 1:

*Вычислить количество сливок жирностью 20% и количество молока жирностью 2,5%, полученных при нормализации 1000 кг высокожирного молока жирностью 4,2%*

**Сущность процесса – отъем сливок от молока повышенной жирности с целью получения оставшегося молока меньшей стандартной жирности.** Нам неважно знать, как это делается, на каких машинах, как этот процесс растянут во времени. Надо знать ответ только на два вопроса - сколько получится сливок и сколько нормализованного молока?

Обозначим количество сливок  $X$ , количество нормализованного молока  $Y$  и приступим к заполнению таблицы № 5.

### Расчет процесса нормализации высокожирного молока

Таблица 5

|  | Название и физические свойства веществ, участвующих в технологическом процессе | Графическая интерпретация процесса |        | техногического         |
|--|--|------------------------------------|--------|------------------------|
|  |  |                                    |        |                        |
|  | 1  | 2                                  | 3      | 4                      |
|  | Точное название вещества   | Высокожирное молоко                | Сливки | Нормализованное молоко |
|  | Масса (объем) вещества, кг; л.   | 1000                               | $X$    | $Y$                    |
|  | Содержание жира в веществах, %   | 4,2                                | 20     | 2,5                    |

### Особенности таблицы

3. Число столбцов в таблице, не считая первого, определяется численностью веществ, участвующих в процессе переработки. В общем случае оно колеблется от трех до нескольких десятков. Необходимо строго соблюдать правило - **для каждого вещества свой столбец**.

4. Число строк в таблице определяется численностью заданных физических свойств веществ. Но и здесь требуется строгое соблюдение правила - первая строка всегда отводится для **точного названия** вещества, вторая - для записи масс или объемов веществ, участвующих в процессе. Последующие строки (3-я; 4-я...) служат для записи числовых значений физических свойств: влажности, жирности, плотности, кислотности,

питательности и т.д.

Обращаем внимание читателя на термин «**точное название вещества**» в строке 1 в силу его огромной важности. Невнимательный читатель может написать в строке 1 таблицы, например, такие названия: молочная цистерна, бак со сливками, бочка с молоком. Получится абсурд.

Цистерна, бак, бочка - это предметы, тара, оборудование в конце-концов, но никак не вещество. Эти предметы не могут иметь жирность, плотность и т.д.

И последнее. Математические знаки «-»; «+»; «=» в графической интерпретации необходимо писать точно на границе между двумя смежными столбцами.

Дальнейшая последовательность расчетов будет такой.

1. После заполнения таблицы, используя графическую интерпретацию процесса и строку № 2, необходимо составить уравнение баланса масс (объемов) веществ в процессе переработки. В примере 1 это уравнение будет иметь вид:

$$1000 - X = Y \quad (15)$$

2. Составить второе уравнение - уравнение баланса физического свойства (в примере 1 - уравнение баланса жира). Для этого необходимо каждый член **первого** уравнения **умножить** на физическую характеристику вещества, представленного в уравнении числом или условным обозначением, сохранив при этом знаки «-»; «+»; «=» такими, как в первом уравнении. Другая формулировка правила получения второго уравнения. Для составления второго уравнения необходимо **перемножить** данные строки 2 и строки 3 в одноименных столбцах, сохранив математические знаки «-»; «+»; «=» как в первом уравнении.

В примере таблицы 5 второе уравнение будет иметь вид:

$$4,2 \times 1000 - 20X = 2,5Y \quad (16)$$

Перепишем полученные уравнения еще раз

$$1000 - X = Y \quad (15)$$

$$4200 - 20X = 2,5Y \quad (16)$$

Мы получили математическую модель процесса нормализации высокожирного молока до молока стандартной жирности. Решив систему (15), (16), получим  $X = 97$  кг;  $Y = 903$  кг. Рассмотрим еще несколько примеров получения математических моделей.

**Пример 2.** В смеситель засыпали измельченный картофель влажностью 70% и питательностью 0,3 к.ед./кг; концентраты влажностью 13%, питательностью 0,95 к.ед./кг; силос влажностью 75%, питательностью 0,25 к.ед./кг. Масса смеси оказалась равной 800 кг, средняя влажность 58%, а питательность смеси 0,44 к.ед./кг.

Определить массу картофеля, концентратов и силоса, вошедших в состав кормосмеси. **Расчет потребности кормов для приготовления кормосмеси**

**Таблица 6**

| Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация процесса получения кормосмеси |             |       |   |          |
|--|---|-------------|-------|---|----------|
|  | 1   | 2           | 3     | 4 | 5        |
| Точное название вещества                                       | картофель   | концентраты | силос |   | кормосме |
| Масса кормов, кг   | X   | Y           | z     |   | 800      |

|  |                                |     |      |      |      |
|--|--------------------------------|-----|------|------|------|
|  | Влажность кормов, %            | 70  | 13   | 75   | 58   |
|  | Питательность кормов, к.ед./кг | 0,3 | 0,95 | 0,25 | 0,44 |

Математическая модель процесса имеет вид

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$70X + 13Y + 75Z = 58 \times 800 \quad (18)$$

$$0,3 X + 0,95 Y + 0,25Z = 0,44 \times 800 \quad (19)$$

Решив полученную систему уравнений, будем иметь:

$$X = 240 \text{ кг};$$

$$Y = 200 \text{ кг};$$

$$Z = 360 \text{ кг}$$

**Пример 3.** Свежие ягоды клубники, влажностью 80% и содержанием сахара 5%, высушили до влажности 13%. Во сколько раз увеличится содержание сахара в сухой клубнике, если весь сахар при сушке остается в ягодах?

**Примечание.** В процессах 1-го вида - испарение, выпаривание влаги - при расчете процесса целесообразнее использовать не относительную влажность веществ, а содержание абсолютно сухого остатка.

Этот прием позволяет значительно облегчить решение системы уравнений, так как одно из уравнений получается с одним неизвестным. Заполняем таблицу 7.

#### Расчет процентного содержания сахара в сухих ягодах клубники

**Таблица 7**

|                                      | Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация процесса получения |   |                      |
|--------------------------------------|--|--|---|----------------------|
|                                      |  | кормосмеси                                   | - | =                    |
| 1                                    | 2  | 3  | 4 |                      |
| Точное название вещества             | Свежая ягода клубники  | Испарившаяся вода                            |   | Сухая ягода клубники |
| Масса веществ, кг                    | X  | Y  |   | Z                    |
| Величина абсолютно сухого остатка, % | 20   | 0  |   | 87                   |
| Содержание сахара, %                 | 5  | 0  |   | P                    |

Математическая модель процесса

$$X - Y = Z \quad (20)$$

$$20X - 0 = 87Z \quad (21)$$

$$5X - 0 = PZ \quad (22)$$

Из уравнения (22) находим содержание сахара «P» в сухих ягодах клубники.

$$P = 5 \frac{X}{Z} \quad (23)$$

Отношение  $\frac{X}{Z}$  находим из уравнения (21).

$$\frac{X}{Z} = \frac{87}{20}$$

Таким образом, 5-ти процентное содержание сахара в свежей клубнике при сушке увеличится в 4,35 раза и составит 21,75%.

**Пример 4.** В молочном цехе смонтирована поточная линия по производству сгущенного молока с сахаром со следующими свойствами:

- Содержание сахара свекловичного 15%,
- Содержание жира 8%.
- Общее содержание сухого остатка – 30 %

Производительность линии 1000кг «сгущенки» в сутки.

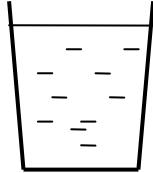
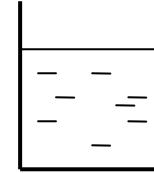
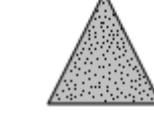
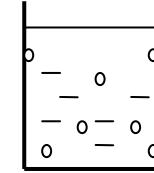
Определить суточную потребность в сырье:

5. Нормализованного молока, его жирность, если содержание сухого остатка в нем 12%;
6. Сахарного песка влажностью 13%;
7. Количество выпаренной воды, кг/сут.

Вариации исходных данных в этой задаче могут быть весьма разнообразными. Это один из вариантов. Ниже мы убедимся, как легко решаются подобного рода задачи методом математического моделирования. Заметим попутно, что значение численной величины массы выпаренной воды позволит в дальнейшем рассчитать количество тепловой энергии, потребной на выпаривание воды из натурального молока, помня о теплоте испарения воды.

#### Расчет процесса получения сгущенного молока с сахаром

**Таблица 8**

| /п                       | Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация процесса  |   |                            |   |   |
|--------------------------|--|---|---|----------------------------|---|---|
|                          |  |  |  | +                          |  |  |
| 1                        | 2  | 3   | 4   | 5                          |   |   |
| Точное название вещества | Натуральное молоко   | Выпаренная вода   | Сахар свекловичный  | Сгущенное молоко с сахаром |   |   |
| Масса веществ, кг/сут    | X  | Y   | Z   |                            | 1000  |   |
| Содержание жира, %       | $K_m$  | 0   | 0   |                            | 8   |   |

|  |  |    |   |     |    |
|--|--|----|---|-----|----|
|  | Содержание абсолютно сухого остатка, % | 12 | 0 | 87  | 30 |
|  | Содержание свекловичного сахара, %     | 0  | 0 | 100 | 15 |

Математическая модель процесса

$$X - Y - Z = 1000 \quad (24)$$

$$J_K \times X - 0 + 0 = 8 \times 1000 \quad (25)$$

$$12X - 0 + 87Z = 30 \times 1000 \quad (26)$$

$$0 - 0 + 100Z = 15 \times 1000 \quad (27)$$

Обратим внимание читателя на то, что уравнение (27) в полученной системе оказалось с одним неизвестным. Из него сразу получаем значение  $Z = 150$  кг

Дальнейший ход решения комментарий не требует.

$$X = 1412,5 \text{ кг}; Z = 150 \text{ кг};$$

$$Y = 562,5 \text{ кг}; J_K = 5,66 \%$$

Но не все так прозрачно, как кажется на первый взгляд. Чтобы у читателя не сложилось «несерьезное» отношение к решению систем 3-х; 4-х и более уравнений сообщим, что **пример 4** подобран специально. Его особенность в том, что коэффициенты при неизвестных  $X$ ;  $Y$ ;  $Z$  в трех уравнениях из четырех равны нулю. Однако чаще всего при решении подобных задач все коэффициенты при неизвестных отличны от нуля.

**Пример 5.** Суточный рацион коровы, скармливаемый в виде кормосмеси 24 кг/сут, состоит из сена, корнеплодов, сенажа и комбикорма. Характеристика этих кормов имеет следующие показатели - таблица 9.

Рассчитать количество сена, корнеплодов, сенажа и комбикорма, необходимого для получения кормосмеси, содержащей 23 г/кг протеина, 4,1 МДж/кг обменной энергии и 0,37 к.ед/кг питательности (таблица 10).

#### Характеристика кормов

Таблица 9

| /п | и                | Показател | С | Корне | С  | Комб | Корм |
|----|------------------|-----------|---|-------|----|------|------|
|    |                  | 1         | 2 | 3     | 4  | 5    | 6    |
|    | Содержани        |           | 8 | 13    | 3  |      |      |
|    | е протеина, г/кг | 2         |   | 9     |    | 1,4  | 24   |
|    | Содержани        |           | 4 | 1,25  | 3, |      |      |
|    | е обменной       | ,6        |   | 6     | 6  | 10,2 | 4,1  |
|    | энергии, МДж/кг  |           |   |       |    |      |      |
|    | Питательн        |           | 0 | 0,13  | 0, |      |      |
|    | ость к.ед/кг     | ,47       |   | 3     | 3  | 0,95 | 0,37 |

Заполняем таблицу № 10.

#### Расчет состава кормосмеси

Таблица 10

|  |            |                           |
|--|------------|---------------------------|
|  | Название и | Графическая интерпретация |
|--|------------|---------------------------|

| /п | физические свойства кормов         |          | 1           | 2      | 3    | 4       | 5           | 6    |
|----|------------------------------------|----------|-------------|--------|------|---------|-------------|------|
|    | Название корма                     | сено     | корн еплоды | наж се | рм   | комбико | корм осмесь |      |
|    | Масса кормов, кг                   | X        | Y           | Z      |      | K       |             | 24   |
|    | Содержание протеина, г/кг          | 8<br>2   | 13          | 39     | 1,4  |         |             | 23   |
|    | Питательность, к.ед./кг            | 0<br>,47 | 0,13        | 0,3    | 0,95 |         |             | 0,37 |
|    | Содержание обменной энергии МДж/кг | 4<br>,6  | 1,25        | 3,6    | 10,2 |         |             | 4,1  |

Математическая модель кормосмеси имеет следующий вид:

$$X+Y+Z+K = 24 \quad (28)$$

$$82X+13Y+39Z+1,4K=23 \times 24 \quad (29)$$

$$0,47X+0,13Y+0,3Z+0,95K=0,37 \times 24 \quad (30)$$

$$4,6X+1,25Y+3,6Z+10,2K=4,1 \times 24 \quad (31)$$

Выполнив умножение в правой части уравнений, получим окончательный вид математической модели:

$$X+Y+Z+K=24$$

$$82X+13Y+39Z+1,4K=552$$

$$0,47X+0,13Y+0,3Z+0,95K=8,88$$

$$4,6X+1,25Y+3,6Z+10,2K=98,4$$

Решив данную систему получим:

$$X = 0,04\text{кг}; Z = 11,22\text{кг}$$

$$Y = 8,06\text{кг}; K = 4,7\text{кг}.$$

Результаты расчетов показывают, что сено в рацион можно не включать.

**Пример 6.** Из суточной нормы кормления свиноматки на долю зерновых кормов (ячмень) приходится 4,5 кормовых единиц (к.ед./гол.). Питательность абсолютно сухого ячменя равна 1,24 к.ед./кг. Сколько голов N свиноматок может прокормить 1га посевов ячменя в течение года, если урожайность зерна на нем составляет 3000 килограмм на гектар при влажности зерна 15%.

#### Алгоритм решения

1. Вычисляется количество абсолютно сухого зерна, получаемого с 1 га посевов. Для этого заполняем таблицу 11. **Расчет количества абсолютно сухого ячменя, получаемого с 1га посевов.**

**Таблица 11**

| Название и физические характеристики веществ | Графическая интерпретация процесса получения |   |   |
|--|--|---|---|
|  | 1  | 2 | 3 |
|  |  |   |   |

|  | Точное название вещества                | Сырое зерно | Испарившаяся вода | Абсолютно сухое зерно |
|--|---|-------------|-------------------|-----------------------|
|  | Масса, кг/га                            | 3000        | X                 | Y                     |
|  | Содержание абсолютно сухого вещества, % | 85          | 0                 | 100                   |

Математическая модель получения абсолютно сухого ячменя:

$$3000 - X = Y \quad (32)$$

$$85 \times 3000 = 100Y \quad (33)$$

Из уравнения (33) находим

$$Y = \frac{85 \times 3000}{100} = 2550 \text{ кг/га}$$

2. Определяется количество абсолютно сухого ячменя, требующееся на одну свиноматку в течении года -  $G$  год/гол.

$$G_{\text{год}} = \frac{4,5 \frac{\text{к.ед.}}{\text{сум. гол}}}{1,24 \frac{\text{к.ед.}}{\text{кг}}} \cdot 365 \frac{\text{сум}}{\text{год}} = 1324 \frac{\text{кг}}{\text{год. гол.}}$$

3. Определяется количество свиноматок, которое можно прокормить в течение года урожаем ячменя с одного гектара

$$N = \frac{2550 \text{ кг/га}}{1324 \text{ кг/гол. год}} = 1,92, \text{ т.е. 2 головы/га}$$

Подводя итог сказанному, можно сделать следующий вывод - самым главным и в большинстве случаев самым легким этапом в расчете процессов при обработке продукции растениеводства и животноводства является этап получения математической модели процесса в форме системы «п» уравнений с «п» неизвестными. Очевидность и легкость этого этапа зачастую вызывает у читателя **невнимательность, поспешность** и, как следствие, составление неверной математической модели процесса со всеми вытекающими из этого последствиями. Действительные трудности и большой объем вычислительных операций вызывает решение систем двух, трех и более уравнений с соответствующим числом неизвестных. На компьютерах можно решать системы из нескольких десятков уравнений с соответствующим числом неизвестных. Для решения таких систем используют либо метод Крамера (с помощью определителей), либо метод Гаусса, заключающийся в последовательном исключении неизвестных. Для решения на ЭВМ систем линейных уравнений пользуются готовыми пакетами прикладных программ. Однако, читатель должен ясно представлять себе **алгоритм** программ, работающих в компьютере. Кроме того, решать систему двух, трех уравнений с соответствующим числом неизвестных на персональном компьютере все равно, что «стрелять из пушки по воробьям». Поэтому мы сочли уместным напомнить читателю некоторые сведения из линейной алгебры по использованию методов Гаусса и Крамера при решении систем линейных уравнений с помощью простых микрокалькуляторов.

### 3. Системы линейных уравнений

#### Определения.

Линейным уравнением называется такое уравнение, в котором все неизвестные имеют первую степень

$$AX + BY + CZ = D; \quad (34)$$

Здесь X; Y; Z; имеют первую степень. Поэтому данное уравнение называется линейным.

Системой линейных уравнений называется множество линейных уравнений с неизвестными X, Y, Z..., в которых численные значения этих неизвестных, будучи подставленными во все уравнения системы, обращает их в тождества. Таким образом, решением системы уравнений являются числовые значения неизвестных, полученные в результате вычислительных операций над системой. В общем случае система может иметь одно решение, может иметь бесконечное множество решений, а может и не иметь ни одного решения. Например, система

$$X + Y + Z = 0 \quad (35)$$

$$2X + 2Y + 2Z = 2 \quad (36)$$

$$3X + 3Y + 3Z = 3 \quad (37)$$

решений не имеет, так как, если бы решение существовало, то X+Y+Z равнялось бы одновременно и нулю и единице.

Системы, не имеющие решений, называются **несовместными**, а имеющие решения - **совместными**.

Совместная система линейных уравнений называется **определенной**, если она имеет только одно решение, т.е. существует только один набор числовых значений неизвестных, который обращает все уравнения системы в тождества.

Совместная система линейных уравнений называется **неопределенной**, если решений больше, чем одно. Например, система

$$X + Y - Z = 36 \quad (38)$$

$$X - Y + Z = 13 \quad (39)$$

$$-X + Y + Z = 7 \quad (40)$$

имеет несколько решений. Предоставляем читателю возможность самому найти решения этой системы.

Во всех примерах и задачах данного «Учебного пособия» математические модели представлены только **совместными** и **определенными** системами линейных уравнений.

Но и это не все. На решения представленных в «Пособии» примеров накладывается еще одно условие – **неотрицательность результата решений**, т.е. после решения численное значение ни у одного неизвестного не может иметь знак «минус». Если, например, неизвестное K в примере 5 в результате решения окажется отрицательным, то это означает, что комбикорм в кормосмесь надо не прибавлять, а отнимать его из кормосмеси. Еще больший абсурд получится при решении системы в примере 1 (уравнения 15, 16),

$$1000 - X = Y \quad (15)$$

$$4200 - 20X = 2,5Y \quad (16)$$

если неизвестное, например Y, окажется со знаком «минус». Напомним -правильное решение: X = 97 кг, Y= 903 кг. Если же Y = - 903 кг, тогда из уравнения (15) X = 1000 - (-903) = 1903 кг. Как можно из 1000кг молока получить 1903кг сливок?

К сожалению, иногда встречаются читатели, которые, нисколько не задумываясь над абсурдностью полученных результатов, выдают подобные ответы за истину.

### **3.1. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса - методом последовательного исключения неизвестных.**

Рассмотрим применение метода Гаусса для решений системы трех линейных уравнений с тремя неизвестными из примера 2.

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$70X + 13Y + 75Z = 46400 \quad (18)$$

$$0,3X + 0,95Y + 0,25Z = 352 \quad (19)$$

Последовательность процедуры такова:

1. Надо исключить неизвестное X из уравнения (18). Для этого все члены уравнения (17) необходимо умножить на коэффициент при X в уравнении (18). Этот коэффициент равен 70. Строго говоря, надо все члены уравнения (17) умножить на

отношение коэффициента при  $X$  в уравнении (18) к коэффициенту при  $X$  в уравнении (17), т.е. все члены уравнения (17) надо умножить на дробь  $70/1$  и переписать систему заново

$$70X + 70Y + 70Z = 70 \times 800 \quad (17.1)$$

$$70X + 13Y + 75Z = 46400 \quad (18)$$

$$0,3X + 0,95Y + 0,25Z = 352 \quad (19)$$

2. Теперь необходимо вычесть почленно уравнение (18) из уравнения (17.1). Полученное новое уравнение надо записать на место уравнения (18).

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$57Y - 5Z = 9600 \quad (18.1)$$

$$0,3X + 0,95Y + 0,25Z = 352 \quad (19)$$

3. Для исключения  $X$  из уравнения (19) по аналогии с предыдущими действиями все члены уравнения (17) умножить на 0,3; точнее на отношение  $0,3/1$

$$0,3X + 0,3Y + 0,3Z = 240 \quad (17.2)$$

$$57Y - 5Z = 9600 \quad (18.1)$$

$$0,3X + 0,95Y + 0,25Z = 352 \quad (19)$$

8. Вычесть уравнение (17.2) из уравнения (19) и полученное новое уравнение (19.1) записать на месте уравнения (19).

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$57Y - 5Z = 9600 \quad (18.1)$$

$$0,65Y - 0,05Z = 112 \quad (19.1)$$

5. Теперь, не трогая уравнение (17) надо исключить неизвестное  $Y$  из уравнения (19.1).

Для этого каждый член уравнения (18.1) умножим на дробь  $0,65/57$ . Здесь  $0,65$  - коэффициент при  $Y$  в уравнении (19.1), а  $57$  -коэффициент при  $Y$  в уравнении (18.1).  $X + Y + Z = 800$

$$\frac{0,65}{57} * 57Y - \frac{0,65}{57} * 5Z = \frac{0,65}{57} * 9600$$

$$0,65Y - 0,05Z = 112$$

Перепишем систему, произведя сокращения

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$0,65Y - 0,05Z = 109,5 \quad (18.2)$$

$$0,65Y - 0,05Z = 112 \quad (19.1)$$

6. Вычтем уравнение (18.2) из уравнения (19.1) и перепишем систему.

$$X + Y + Z = 800 \quad (17)$$

$$0,65Y - 0,05Z = 109,5 \quad (18.2)$$

$$0,007Z = 2,5 \quad (19.2)$$

Полученное уравнение (19.2) - уравнение с одним неизвестным  $Z$ , из которого находим

$$Z = \frac{2,5}{0,007} = 357 \text{ кг}$$

Из уравнения (18.2)  $Y = 200$  кг.;

Из уравнения (17)  $X = 243$  кг.

Метод Гаусса для решения систем линейных уравнений в силу своей простоты и однотипности выполняемых операций очень хорошо подходит для использования на ЭВМ. Существенным недостатком этого метода является невозможность сформулировать **условия совместности и определенности** системы в зависимости от значений коэффициентов и свободных членов. С другой стороны, даже в случае определенной системы, этот метод не позволяет найти общие формулы, выражающие решение системы через ее коэффициенты и свободные члены, которые необходимо иметь при анализе уравнений.

### 3.2. Решение систем линейных уравнений методом Крамера

#### 3.2.1. Элементы теории определителей.

**Определитель второго порядка.** Определители впервые были введены для решения системы уравнений первой степени в 1750 г. Швейцарский математик Г.Крамер дал общие формулы, выражающие неизвестные через определители, составленные из коэффициентов системы. Примерно через сто лет теория определителей, выйдя далеко за пределы алгебры, стала применяться во всех математических науках.

Рассмотрим таблицу вида:

$$\begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{bmatrix} \quad (41)$$

где,  $a_1; b_1; a_2; b_2$  - некоторые числа. Любая такая таблица называется матрицей второго порядка. Числа  $a_1, b_1, a_2, b_2$  называются элементами матрицы.

Число, равное  $a_1 b_2 - a_2 b_1$ , называется **определителем матрицы** или определителем второго порядка и обозначается  $\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = \Delta$

Итак, по определению определитель матрицы равен

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1 b_2 - a_2 b_1 \quad (42)$$

Рассмотрим систему двух линейных уравнений из примера 1

$$X + Y = 1000$$

$$20X + 2,5Y = 4200$$

$$\text{здесь } \Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 20 & 2,5 \end{vmatrix} = 1 \cdot 2,5 - 1 \cdot 20 = -17,5$$

Если столбец коэффициентов при неизвестном X в этом определителе матрицы заменить на столбец свободных членов, то получим новый

определитель  $\Delta_X$ :

$$\Delta_X = \begin{vmatrix} 1000 & 1 \\ 4200 & 2,5 \end{vmatrix} = 1000 \cdot 2,5 - 4200 \cdot 1 = -1700$$

Если столбец коэффициентов при неизвестном Y заменить на столбец свободных членов, то получим определитель:

$$\Delta_Y = \begin{vmatrix} 1 & 1000 \\ 20 & 4200 \end{vmatrix} = 1 \cdot 4200 - 20 \cdot 1000 = -15800$$

Решение системы двух **данных** уравнений по способу Крамера будет иметь вид:

$$X = \frac{\Delta_X}{\Delta} = \frac{-1700}{-17,5} = 97$$

$$Y = \frac{\Delta_Y}{\Delta} = \frac{-15800}{-17,5} = 903$$

### 3.2.2. Определитель третьего порядка.

Рассмотрим **квадратную** таблицу вида:

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{pmatrix} \quad (43)$$

где  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2, a_3, b_3, c_3$  - некоторые числа. Любая такая таблица называется матрицей третьего порядка.

Определитель матрицы (42), или определитель третьего порядка, обозначается

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \quad (44)$$

Этот определитель выражается через определители второго порядка следующим образом:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 \begin{vmatrix} b_2 & c_2 \\ b_3 & c_3 \end{vmatrix} - b_1 \begin{vmatrix} a_2 & c_2 \\ a_3 & c_3 \end{vmatrix} + c_1 \begin{vmatrix} a_2 & b_2 \\ a_3 & b_3 \end{vmatrix} \quad (45)$$

Раскрывая определители второго порядка по формуле (45) предыдущего пункта, находим, что

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 b_2 c_3 - a_1 b_3 c_2 - a_2 b_1 c_3 + a_2 b_3 c_1 + a_3 b_1 c_2 - a_3 b_2 c_1 \quad (46)$$

Формулу (45) запомнить значительно легче, чем формулу (46), если заметить следующее правило построения слагаемых в правой части равенства (44):

Берем первый элемент первой строки матрицы (43), т.е.  $a_1$  и умножаем его на определитель матрицы второго порядка, получающийся из исходной матрицы (43) после вычеркивания строки и столбца, на пересечении которых стоит взятый нами элемент; затем берем со знаком "минус" второй элемент первой строки, т.е.  $b_1$  и умножаем его на определитель матрицы второго порядка, получающийся после вычеркивания из исходной матрицы (43) уже второго столбца и первой строки (на их пересечении стоит элемент  $b_1$ ); берем третий элемент первой строки, т.е.  $c_1$  и умножаем его на соответствующий ему определитель второго порядка.

Описанное правило и формулу (45) называют разложением определителя третьего порядка по элементам первой строки.

Вычисляем определитель третьего порядка из примера 2.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 70 & 13 & 75 \\ 0,3 & 0,95 & 0,25 \end{vmatrix} = 1 \cdot \begin{vmatrix} 13 & 75 \\ 0,95 & 0,25 \end{vmatrix} - 1 \cdot \begin{vmatrix} 70 & 75 \\ 0,3 & 0,25 \end{vmatrix} + 1 \cdot \begin{vmatrix} 70 & 13 \\ 0,3 & 0,95 \end{vmatrix} =$$

$$= 13 \cdot 0,25 - 0,95 \cdot 75 - 70 \cdot 0,25 + 0,3 \cdot 75 + 70 \cdot 0,95 - 0,3 \cdot 13 =$$

$$= 3,25 - 71,25 - 17,5 + 22,5 + 66,5 - 3,9 = -0,4$$

Если в определителе третьего порядка (на примере 2) первый столбец

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 70 & 13 & 75 \\ 0,3 & 0,95 & 0,25 \end{vmatrix}$$

заменить столбцом свободных членов из системы линейных

уравнений в примере 2, то получим новый определитель  $\Delta X$

$$\Delta X = \begin{vmatrix} 800 & 1 & 1 \\ 46400 & 13 & 75 \\ 352 & 0,95 & 0,25 \end{vmatrix}$$

Его также можно вычислить, разложив по элементам первой строки

$$\begin{aligned} \Delta X &= 800 \times \begin{vmatrix} 13 & 75 \\ 0,95 & 0,25 \end{vmatrix} - 1 \times \begin{vmatrix} 46400 & 75 \\ 352 & 0,25 \end{vmatrix} + 1 \times \begin{vmatrix} 46400 & 13 \\ 352 & 0,95 \end{vmatrix} = \\ &= 800 \times (13 \times 0,25 - 0,95 \times 75) - 46400 \times 0,25 + 352 \times 75 + 46400 \times 0,95 - 352 \times 13 = -96 \end{aligned}$$

По аналогии с определителем второго порядка, находим

$$X = \frac{\Delta X}{\Delta} = \frac{-96}{-0,4} = 240$$

Вычисляем определитель  $\Delta Y$

$$\Delta Y = \begin{vmatrix} 1 & 800 & 1 \\ 70 & 4400 & 75 \\ 0,3 & 352 & 0,25 \end{vmatrix} = -80$$

Находим величину  $Y$ .

$$Y = \frac{\Delta Y}{\Delta} = \frac{-80}{-0,4} = 200$$

Вычисляем определитель  $\Delta Z$

$$\Delta Z = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 800 \\ 70 & 13 & 46400 \\ 0,3 & 0,95 & 352 \end{vmatrix} = -144$$

В теории определителей доказывается теорема:

**Система « $n$ » линейных уравнений имеет единственное решение тогда и только тогда, когда определитель матрицы системы отличен от нуля.**

Эта теорема позволяет любую систему из « $n$ » линейных уравнений с « $n$ » неизвестными проверить на наличие или отсутствие единственного решения еще до начала процедуры решения, т.е. до вычисления определителей  $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ .

Если определитель матрицы равен нулю, то система уравнений либо вовсе не имеет решений (она несовместна), либо имеет бесконечное множество решений.

Для решения систем линейных уравнений на ЭВМ имеются готовые пакеты прикладных программ, использующие алгоритмы Гаусса и Крамера.

#### 4. Технологические задачи

##### 4.1. Переработка молока

**4.1.1.** Для нормализации молока жирностью 4% в него влили такое же количество маложирного молока жирностью 0,1%, но требуемой жирности в 3,2% не получили. Лишь после добавления сливок жирностью 20% получили требуемую жирность, а общая масса нормализованного молока оказалась 4,5 тонны. Определить количество жирного молока, маложирного молока и количество сливок, использованных для нормализации.

**4.1.2.** В баке 830кг молока жирностью 2,2%. Для нормализации молока до жирности 2,5% необходимо отобрать часть молока, разделить его на сливки жирностью 25% и обрат. Сливки вернуть в бак и перемешать. Вычислить количество нормализованного молока, если жирность обрата 0,04%. Вычислить количество обрата и сливок.

**4.1.3.** Из молочного порошка жирностью 28% готовится питьевое молоко путем разбавления его водой. Сколько кг воды надо затратить на 1 кг порошка, чтобы получить жирность питьевого молока 1,5%; 2,5%; 3,5%?

**4.1.4.** Из сгущенного молока жирностью 12% готовится обычное питьевое молоко путем разбавления сгущенного молока кипяченой водой. В каком соотношении надо смешать сгущенное молоко и воду, если питьевое молоко должно быть 1,5%; 2,5%; 3% жирности?

**4.1.5.** Цельное молоко имеет плотность  $1,032 \text{ г}/\text{см}^3$  и жирность 4,8%. Построить график изменения жирности в зависимости от изменения плотности молока, получаемого разбавлением цельного молока водой. Плотность воды  $1 \text{ г}/\text{см}^3$ .

**4.1.6.** С цельного молока 1200 л сняли некоторое количество сливок жирностью 20%, добавив вместо них воду. Объем молока при этом стал равен 1210л, а его жирность 2,5%. Определить количество сливок, снятых с молока, и количество воды, добавленной в цельное молоко, если первоначальная жирность молока была 4%.

**4.1.7.** Цельное молоко жирностью 3,7% перерабатывается в сливочное масло жирностью 82%. Сколько молока расходуется на приготовление 1кг масла, если жирность обрата и пахты равна 0,05%?

**4.1.8.** При приготовлении сухого молочного порошка влажностью 15% из натурального цельного молока с содержанием сухого веществ 12% выпаривают влагу. Определить количество молочного порошка, получаемого из одной тонны натурального молока.

**4.1.9.** Сгущенное молоко без сахара получают путем выпаривания влаги из натурального молока, снижая его влажность с 88% до 60%. Каков выход сгущенного молока из 1 т натурального молока?

За каждую тонну молока базисной жирности 3,7% фермер получает от молокозавода 3200 руб. Фермер в зимний период сдал на молокозавод 2800кг молока жирностью 4,5%, а в летний период 4100кг жирностью 3,5%. Определить денежную выручку фермера.

## **2.14 Лабораторная работа № 14 (2 часа).**

### **Тема: Механизация удаления навоза**

**2.14.1 Цель работы:** изучить процесс удаления навоза, произвести расчеты системы навозоудаления.

#### **2.14.2 Задачи работы:**

1. Рассчитать суточный и годовой выход навоза.
2. Ознакомится с основными механическими средствами навозоудаления.
3. Выбрать механическое средство для удаления навоза из заданного животноводческого помещения и выполнить его расчет.

#### **2.14.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Фрагмент навозоуборочного транспортера
2. Плакаты
3. Методические указания

#### **2.14.4 Описание (ход) работы:**

Исходные данные для расчета:

| вар<br>иант          | 1             | 2                | 3            | 4                | 5                    | 6                                   | 8                        |
|----------------------|---------------|------------------|--------------|------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Вид<br>животных      | K<br>PC       | C<br>виньи       | KPC          | K<br>PC          | C<br>виньи           | C<br>виньи                          | C<br>виньи               |
| Поголовье            | 200           | 2<br>00<br>маток | 1<br>00<br>м | 400              | 3<br>36<br>поголовье | 3<br>00<br>сусупор.<br>р. M.,<br>кг | 2<br>000<br>откор.<br>м  |
| Размеры помещения, м | 2x21          | 7                | 5x96         | 1<br>8<br>96x1   | 7<br>2x18            | 1<br>2x72                           | 2<br>lx90<br>8x18<br>x87 |
| Содержание           | п<br>ривязное |                  |              | Бесп<br>ривязное |                      |                                     |                          |

#### **Расчет выхода навоза**

Суточный выход навоза от заданного поголовья рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{сум}} = \sum q_i \cdot m_i$$

где  $q_i$  - норма выхода навоза от  $i$ -ой половозрастной группы кг/сут.;

$m_i$  - число животных в  $i$ -ой половозрастной группе, голов.

Годовой (сезонный) выход рассчитывается следующим образом:

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{сум}} \cdot n$$

где  $n$  - число дней стойлового содержания.

Таблица 1. Норма суточного выхода навоза от животных, кг/гол.

| вид животных | подстилка | твердые<br>экскременты | жидкие<br>экскременты |
|--------------|-----------|------------------------|-----------------------|
| Коровы       | 4-6       | 35                     | 20                    |

|                   |     |    |    |
|-------------------|-----|----|----|
| Молодняк          | 3-4 | 12 | 6  |
| Свиноматки        | 5-6 | 12 | 10 |
| Свиньи на откорме | 2-3 | 9  | 8  |

## Машины и установки для удаления навоза

Навоз животноводческих помещений и с выгульных площадок удаляют механическим и гидравлическим способами. Существуют три основных способа механического удаления навоза: бульдозером, навешанным на трактор; скребковыми транспортерами типа ТСН (ТСН - 3,0Б; ТСН - 2Б; ТСН - 160); дельта скреперными установками типа УС (УС - 15; УС - 250; УС - 10).

При беспривязном содержании скот на глубокой подстилке для удаления навоза из помещений применяют трактор с бульдозерной лопатой (рис. 1, рис. 2), который одновременно загружает навоз в транспортные средства (рис.3).

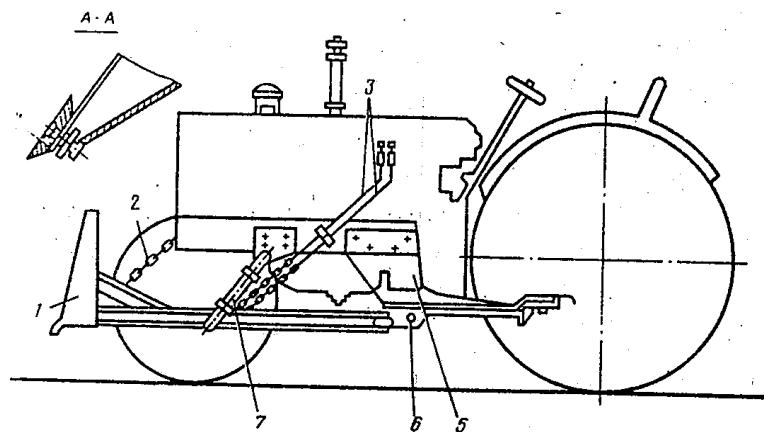


Рис. 1 навесное оборудование БН-1В:

1 - отвал; 2 - цепь; 3 - гидропривод; 4 - нож; 5 - кронштейн бульдозера; 6 - палец; 7 - гидроцилиндр

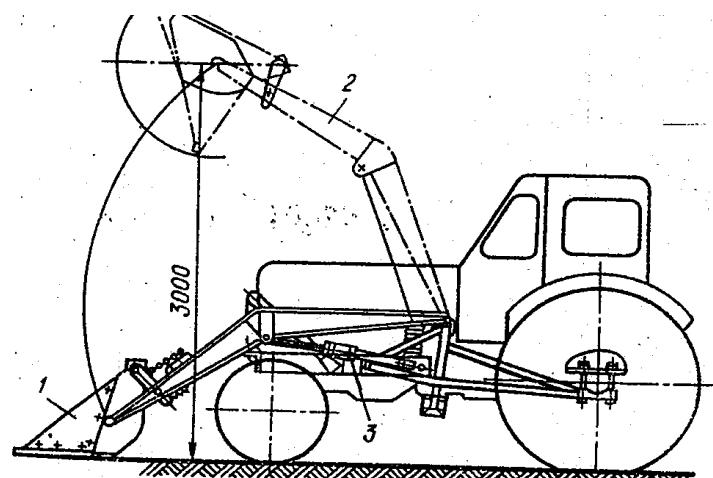


Рис. 2 Схема работы навесного оборудования ПГ – 0,4:

1 - ковш; 2 - стрела; 3 - гидросистема

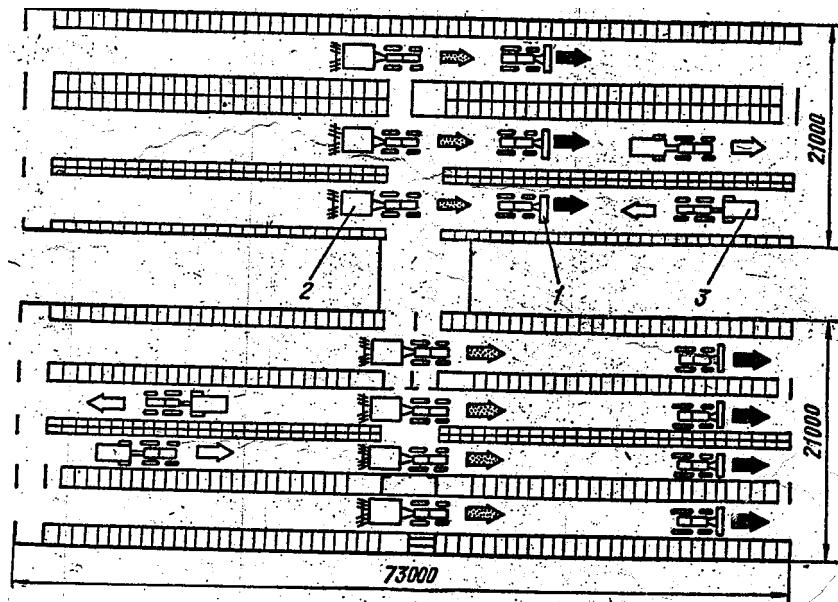


Рис. 3 Технологическая схема бульдозерной уборки подстилочного навоза на комплексе совхоза «Скреблово» Ленинградской области:

1 - бульдозер; 2 - разбрасыватель торфа; 3 - кормораздатчик

В случае привязного содержания животных с ограниченным количеством подстилки и без нее навоз удаляют от трех до шести раз в сутки с помощью транспортеров кругового движения ТСН - 3,0Б, ТСН - 2Б и ТСН - 160 тоже с одновременной погрузкой в транспортные средства (рис. 4).

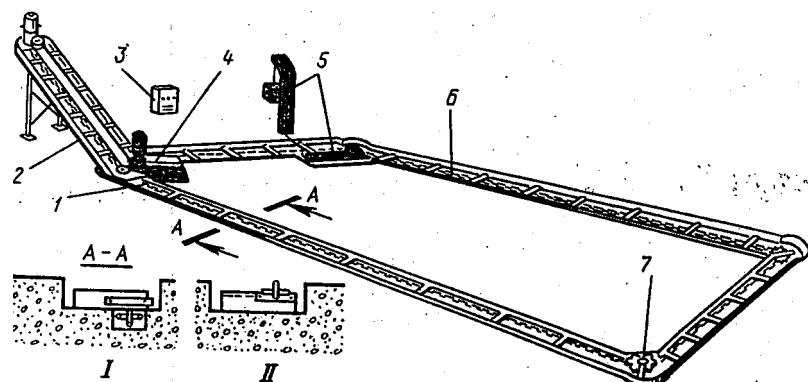


Рис. 4 Транспортер скребковый навозоуборочный ТСН-160А:

1, 2 - горизонтальный и наклонный транспортеры; 3 - шкаф управления; 4 - приводная станция; 5 - натяжное устройство; 6 - цепь со скребками; 7 - поворотник

При беспривязно боксовом содержании коров в помещениях без щелевых полов навоз удаляют скреперными установками типа УС (рис. 5).

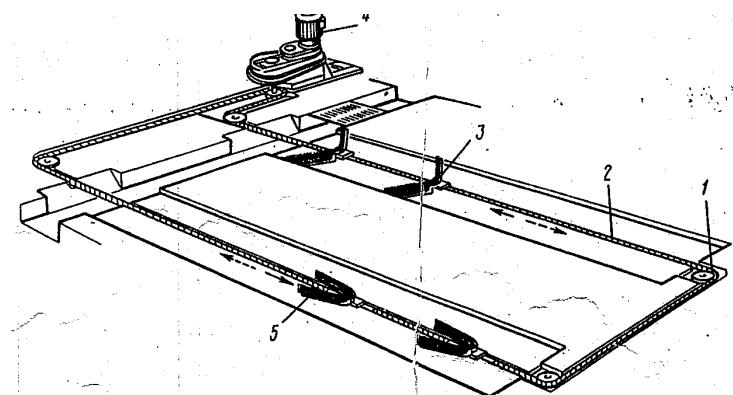


Рис. 5 Схема скреперной установки типа УС:  
1 - направляющий ролик; 2 - цепь; 3,5 - скребки; 4 - приводная станция

Тяговый орган скребковых транспортеров и скреперных установок - втулочно-ROLIKOVAYA, усиленная пластинчатая или неразборная якорная цепь.

В скребковых транспортерах на равном расстоянии к тяговой цепи прикреплены скребки, которые перемещают навоз по навозному каналу отдельными порциями к месту выгрузки. Транспортеры могут перемещать навоз в горизонтальной и наклонной плоскостях (угол наклона 30 градусов). Горизонтальные транспортеры размещают в открытых навозных канавах, расположенных вдоль навозного прохода. Длина цепи такого транспортера обычно не превышает 200 м. При транспортировке навозной массы на большие состояния возникает значительные сопротивления и требуются привод повышенной мощности и цепь увеличенного сечения (рис. 6).

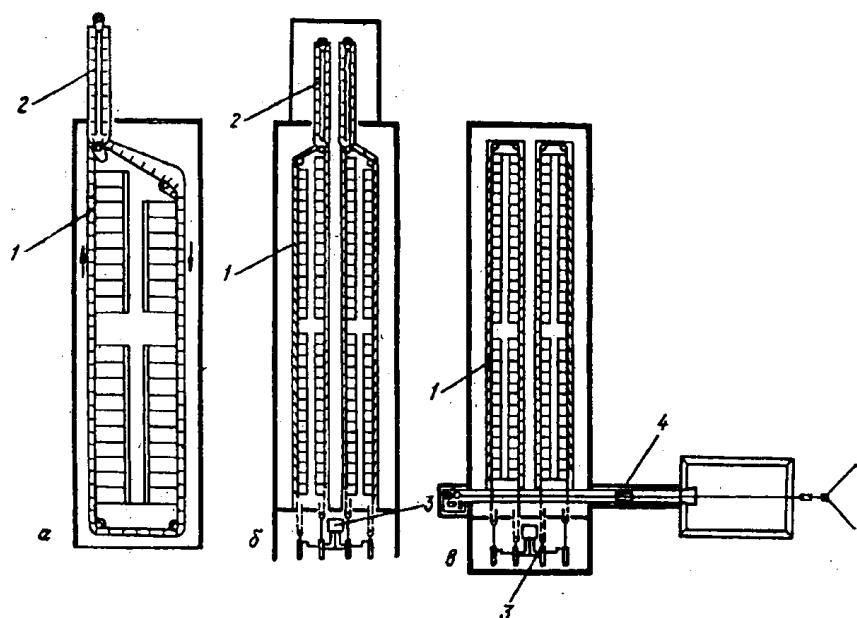


Рис. 6 Конструктивно-технологические схемы навозоуборочных скребковых транспортеров: а – ТЧН-160 (кругового движения); б – УН-3 (возвратно-поступательного движения); в – установка УСН-8 поперечная с ковшовым скрепером (возвратно-поступательного движения): 1 – продольный транспортер, 2 – наклонный транспортер, 3 – натяжное устройство, 4 – скрепер поперечного транспортера УН-3

### **Расчет мобильных средств уборки навоза**

К мобильным навозоуборочным средствам относятся бульдозерной навески БН-1, тракторный погрузчики-бульдозеры ПБ-35 и погрузчик фронтальной перекидной ПФП - 1,2.

Производительность трактора с навесным скребком определяется с некоторым приближением величиной машинного времени, затрачиваемого на удаление 1000 кг. навоза:

$$t_{\delta} = 1000 \cdot l_{\delta} / (q_{\delta} \cdot V_{\delta})$$

где  $t_{\delta}$  – время, затрачиваемое на удаление 1000 кг навоза бульдозером, с

$l_{\delta}$  – средняя длина перемещения навоза, по навозному проходу, м;

$q_{\delta}$  – количество навоза, убираемого за один рабочий ход бульдозера, кг;

$V_{\delta}$  – средняя рабочая скорость трактора бульдозерной навеской, м/с (0,5-0,7)

Количество навоза, убираемого за один рабочий ход:

$$q_{\delta} = z \cdot (Q_{cym} / a \cdot k)$$

где  $z$  - число дней между двумя уборками;

$a$  - количество навозных каналов в помещении;

$k$  - количество проходов трактора по навозному проходу,

$$k = b_n / b_{\delta}$$

где  $b_n$  - ширина прохода, м.;

$b_{\delta}$  - ширина захвата бульдозерной навески с учетом постановки рабочего органа, необходимо окислить в сторону увеличения, м.

Сопротивление движению навоза, перемещаемого тракторным навесным скребком на выгульной площадке с твердым покрытием или в навозном проходе коровника, определяется по формуле:

$$P = 9,81 \cdot k_{\delta} \cdot f_{cm} \cdot M$$

где  $k_{\delta}$  - коэффициент, учитывающий угол постановки скребки (табл; 2);

$f_{cm}$  - коэффициент зрения покоя, (0,8- 0,85);

$M$  - масса тела волочения (500 - 600), кг.

При уборке навоза желательно применять скребок совкообразной формы, так как чем больше навоза будет лежать на самом скребке, тем меньше сопротивление.

Таблица 2. Значение коэффициента  $k_{\delta}$

| Навоз       | Угол постановки рабочего органа |              |              |              |
|-------------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|             | $0^{\circ}$                     | $15^{\circ}$ | $30^{\circ}$ | $45^{\circ}$ |
| Соломистый  | 1                               | 0,85         | 0,75         | 0,65         |
| Торфяной    | 1                               | 0,95         | 0,85         | 0,70         |
| Экскременты | 1                               | 0,95         | 0,90         | 0,80         |

### **Расчет цепочно-планчатых транспортеров**

Расчет сводится к определению подачи, тягового сопротивления и обоснования выбора мощности электродвигателя.

Подачу транспортера определяют по формуле:

$$Q = h \cdot b \cdot \rho \cdot v \cdot k$$

где  $h$  - высота перемещаемой призмы, или тела, волочения, м (высота скребка должна быть в пределах 0,5 - 0,67 от глубины навозной канавки, длина скребка должна обеспечивать зазор между его концом и стенкой канавки 0,015 - 0,025 м);

$b$  - ширина навозной канавки, равная 0,32 м при глубине 0,12 м;

$\rho$  - плотность, для подстилочного навоза  $\rho = 600 - 900 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,

для жидкого  $\rho = 1000 - 1070 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

$v$  - скорость цепи транспорта, м/с, (смотри приложения);

$k$  - коэффициент подачи.

При этом  $k = k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5$ , где  $k_1 = 0,5$  - коэффициент заполнения канавки;  $k_2 = 1,13$  - коэффициент, учитывающий уплотнение навоза при его перемещении скребком;  $k_3 = 0,9 - 0,95$  - скоростной коэффициент;  $k_4 = 0,97$  - коэффициент, учитывающий объем канавки, занятый цепью со скребками;  $k_5 = 0,8 - 1$  - коэффициент, учитывающий угол подъема наклонного транспортера.

Тяговое сопротивление  $P(H)$  движению транспортера находят по формуле:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

где  $P_1$  - сопротивление от трения навоза о канавку, Н;

$P_2$  - сопротивление от трения навоза о боковые стенки канавки, Н;

$P_3$  - сопротивление от подъема навоза наклонным транспортером, Н;

$P_4$  - сопротивление от перемещения цепи транспорта, Н;

$P_5$  - сопротивление от перемещения навоза в направлении натяжной звездочки, Н

$$P_1 = h \cdot b \cdot L \cdot \rho \cdot g \cdot f \cdot \cos \beta$$

где  $L$  - длина пути перемещения навоза, м.;

$g$  - ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$f$  - коэффициент трения навоза о желоб; в зависимости от влажности  $f = 0,71 - 1,3$ ;

$\beta$  - угол подъема навоза, т.е. угол установки наклонного транспортера (30 градусов).

$$P_2 = h^2 \cdot \rho \cdot L \cdot f \cdot \xi \cdot \cos \beta$$

где  $\xi$  - коэффициент бокового давления, равный:

$$\xi = \psi \cdot (1 + f_{\text{вн}}^2) - \sqrt{(1 - f_{\text{вн}}^2) \cdot (f_{\text{вн}} - f^2)} - 1, \quad f_{\text{вн}} \cdot \sqrt{(1 - f_{\text{вн}}^2) - \sqrt{f_{\text{вн}}^2 - f^2}}$$

где  $\psi$  - динамический коэффициент равный 1,5 - 1,8;

$f_{\text{вн}}$  - коэффициент внутреннего трения навоза (0,9 - 1,5).

$$P_3 = h \cdot b \cdot L \cdot \rho \cdot g \cdot f \cdot \sin \beta,$$

$$P_4 = 2 \cdot g_u \cdot L_1 \cdot \cos \beta$$

где  $g_u$  - удельная сила тяжести 1 м цепи со скребками, Н/м;

$L_1$  - расстояние между осями звездочек

$$P_5 = 0,25 \cdot P_4$$

Мощность двигателя  $N_{ДВ}$ :

$$N_{ДВ} = k \cdot P \cdot v / (102 \cdot \eta_T)$$

где  $k$  - коэффициент, учитывающий сопротивление от приводной звездочки ( $k = 1,1$ );

$\eta_T$  - КПД передачи;

При этом скорость цепи  $v = 0,15 - 0,2$  м/с, а КПД передачи  $\eta_T = 0,75 - 0,85$ . Высота скребка транспортера должна быть в пределах от 1/2 до 2/3 Глубины навозной канавки, а длина скребка должна обеспечивая зазор между его концом и стенкой канавки в 0,015 - 0,025 м.

Необходимое минимальное предварительное натяжение  $P_{min}$ , цепи (рис. 7) определяют по формуле:

$$P_{min} = P_0 \cdot b_c / [t_u \cdot (tg \alpha_{max} - f_1 \cdot tg^2 \alpha_{max})] - P_0 / [2 \cdot (1 - tg \alpha_{max})]$$

где  $P_0$  - сопротивление движению скребка при расположению его по нормали к стенке канавы, определяемое из уравнения:

$$P = P_0 / (1 - f_1 \cdot tg \alpha)$$

$P$  - сопротивление движению навоза, Н

$b_c$  - расстояние от точки приложения силы  $P$  от цепи

( $b_c = 0,5b + c$ , при  $a = 0$ ,  $c = 0,01 - 0,02$  м, при  $a = 15^\circ$ ,  $c = 0,03 - 0,04$  м);

$t_u$  - шаг цепи, м

$\alpha_{max}$  - максимально допустимый угол наклона скребка (для экскрементов  $\alpha_{max} = 15^\circ$ )

$f_1$  - коэффициент трения навоза о боковую стенку канавки.

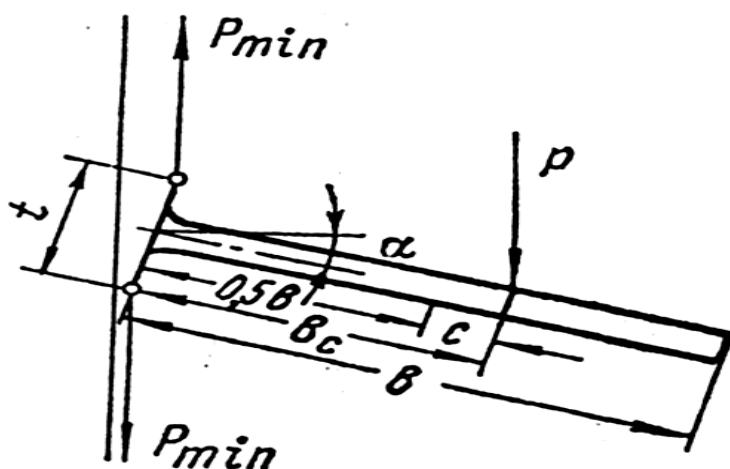


Рис.7. Схема действия сил на скребок транспортера

**Расчет скреперной установили.**

Расчет сводится к определению подачи, тягового сопротивления и потребной мощности. Подача скрепера может быть рассчитана по формуле:

$$Q = V_c \cdot \rho \cdot \varphi / t_u$$

где  $V_c$  - расчетная вместимость скрепера, м<sup>2</sup>, (ширина захвата скрепера в раскрытом состоянии – 1,75 м, в сложенном – 0,69 м, высота скребка – 0,15 м), (см. приложения);

$\rho$  - плотность навоза, (см. стр. 8);

$\varphi$  - коэффициент заполнения скрепера ( $\varphi = 0,9 - 1,2$ );

$t_u$  - время одного цикла, с.

Время цикла равно:

$$t_u = (2 \cdot l / V_{cp}) + t_y$$

где  $l$  - длина навозной канавки, м;

$V_{cp}$  - средняя скорость движения скрепера (0,3 - 0,4 м/с);

$t_y$  – время, затрачиваемое на управление установкой, с (см. приложения).

Мощность двигателя скреперной установки определяют по формуле:

$$N = P_c \cdot V_{cp} \cdot (1000 \cdot \eta)$$

где  $P_c$  - полное тяговое сопротивление скрепера, Н

Сопротивление скрепера зависит от массы  $M_c$  скрепера, коэффициентов трения между навозом и стенками канавки, между скрепером и навозом, от сопротивления передвижению тяговых каналов и трения в блоках.

Для скреперной установки, работающей в двух навозных канавках:

$$P_c = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

где  $P_1$  - сопротивление рабочей ветви;

$$P_1 = 9,81 \cdot [(M_H + M_c) \cdot \beta_c + q_T \cdot L_T \cdot f_T]$$

здесь  $M_H$  - масса порции навоза, кг ( $M_H = \rho \cdot V$ );

$M_c$  - масса скрепера, кг (см. приложения);

$\beta_c$  - приведенный коэффициент сопротивления перемещению навоза и скрепка (1,8 - 2);

$q_T$  - масса 1-го метра троса ( $q_T = 0,4$  кг);

$L_T$  - длина троса, м, (см приложения);

$f_T$  - коэффициент трения троса о навоз ( $f_T = 0,5 - 0,6$ );

$P_2$  - сопротивление передвижению холостой ветви/

$$P_2 = 9,81 \cdot (M_c \cdot \beta_c + q_T \cdot L_T \cdot f_T)$$

$P_3$  - сопротивление на преодоление сил инерции;

$$P_3 = 2 \cdot M_c \cdot q_T$$

$P_4$  - натяжение набегающей ветви каната, Н

$$P_4 = (P_1 + P_2 + P_3) / (e^{\mu\alpha} - 1)$$

здесь  $\mu$  - коэффициент трения троса о ролик, ( $\mu = 0,1 - 0,2$ );  
 $\alpha$  - угол охвата, ( $\alpha = 135^\circ - 150^\circ$ ).

### **Контрольные вопросы:**

1. Преимущества и недостатки механических систем удаления навоза
2. Устройство и особенности эксплуатации механических средств удаления навоза
3. Какие механические средства удаления навоза применяются на открытых площадках.
4. С какими транспортерами работают скреперные установки.

### **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Таблица 1. Техническая характеристика навесного оборудования для уборки

| Наименование показателей            | БН-1 | Д-159Н | Д-535 | БН-18 |
|-------------------------------------|------|--------|-------|-------|
| Угол резания, град                  | 55   | -      |       | 55    |
| Ширина захвата (без удлинителя), мм | 1500 | 2880   | 2560  | 2000  |
| <b>Размеры с трактором, мм</b>      |      |        |       |       |
| Длина                               | 4876 | 4660   | 4510  | 4130  |
| Ширина                              | 1480 | 2280   | 2560  | 2000  |
| высота                              | 1880 | 2300   | 2300  | 1630  |
| Масса, кг                           | 168  | 750    | 850   | 285   |

|  |     |  |      |
|--|-----|--|------|
| Техническая характеристика навесного оборудования              | ПГ  | -  | 0,4  |
| Грузоподъемнос п, кг<br>500                                    |     |  |      |
| Высота подъема, м  |     |  | 2,6  |
| Вместимость ковша, м <sup>3</sup> :                            |     |  |      |
| для помета<br>0,5  |     |  |      |
| для сыпучих материалов   |     |  | 0,4  |
| Размеры (при опущенном ковше), мм..                            |     |  |      |
| длина  |     |  | 5890 |
| ширина   |     |  |      |
| 1900   |     |  |      |
| высота (по выхлопной трубе)                                    |     |  | 2350 |
| Общая масса погрузчика с полным комплектом рабочих органов, кг | 690 | Масса погрузчика с ковшом для помета, кг | 130  |

Таблица 2. Техническая характеристика скребковых транспортеров

| Наименование показателей                        | TCH- 2<br>3,0A | TCH -<br>3,0Б              | TCH -   | TCH –<br>160 |
|---|----------------|----------------------------|---------|--------------|
| <i>Горизонтальный транспортер</i>               |                |                            |         |              |
| Шаг цепи, мм                                    | 115            | 100                        | 125     | 80           |
| Длина цепи, м                                   | 170            | До 200                     | 170     | 160          |
| Скорость движения цепи, м/с                     | 0,19...0,2     | 0,19...0,2                 | 0,19    | 0,18         |
| Размеры скребка, мм                             | 290x50         | 260x60<br>56x 36           | 250x    | -            |
| Расстояние между скребками, мм                  | 460            | 1000                       | 1000    | -            |
| Средняя теоретическая производительность, т/ч   | 6              | 3                          | 4...5,5 | -            |
| Римеры навозного канала (ширина x глубина), мм: |                |                            |         |              |
| без обшивки досками                             | 320125         | 370160                     | 320160  | -            |
| с деревянной обшивкой                           |                | 330120                     | 320120  | 320120       |
| Мощность электродвигателя, кВт                  | 5,5            | 2.8                        | 4       | 6,2          |
| Масса транспортера с цепью, кг                  | 2470           | 1320<br>(длина цепи 200 м) | 1595    | 1890         |
| <i>Наклонный транспортер</i>                    |                |                            |         |              |
| Максимальная длина транспортера, м              | -              | 6,35                       | 7,10    | 7,7          |
| Скорость движения цепи, м/с                     | 0,19           | 0,51                       | 0,72    | 0,72         |
| Высота подъема наклонной части, м               | 2.5            | 6                          | 2,3     |              |
| Максимальный угол наклона транспортера, град    | 30             | До 30                      | 30      | -            |
| Масса транспортера, кг                          | -              | 150                        | 543     | -            |

Таблица 3. Техническая характеристика скреперных установок

| Наименование показателей             | УС - 10  | УС - 15  | УС - 250  |
|--------------------------------------|----------|----------|-----------|
| <b>Размеры навозных каналов, мм</b>  |          |          |           |
| Глубина                              | 500      |          |           |
| Ширина                               | 1800     |          |           |
| Длина контура, м                     | До 170   | До 170   | До 250    |
| Скорость движения цепи, м/с          | 0,13?    | 0,04     | 0,06      |
| Ширина захвата рабочего органа, м    | 0,5; 1,4 | 1,8; 2,4 | 1,8...3,0 |
| Влажность, %                         |          | 86,8     | 88...90   |
| Продолжительность цикла работы, мин. | -        | 38,4     | 30,2      |
| Производительность, т/ч              | 10       | 0,2      | 1,4       |
| Установленная мощность, кВт          | 3        | 3        | 2,2       |
| Масса, кг                            | 1900     | 2511     | 3300      |

## **2.15 Лабораторная работа №15 (2 часа).**

**Тема: Машины для основной обработки почвы.**

**2.15.1 Цель работы:** Изучить назначение, технические характеристики, устройство и регулировки навесного плуга ПЛН-3-35, КПГ-250. Разобрать варианты использования плуга и культиватора на легких и тяжелых почвах.

### **2.15.2 Задачи работы:**

Изучить назначение, технические характеристики, устройство и регулировки навесного плуга ПЛН-3-35 и культиватора КПГ-250. Разобрать варианты использования плуга и культиватора на легких и тяжелых почвах.

### **2.15.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Плуг ПЛН-3-35, культиватор КПГ-250 угольник, линейка, рулетка, учебные плакаты

### **2.15.4 Описание (ход) работы:**

ПЛН-3-35 предназначен для вспашки почв не засоренных камнями (с удельным сопротивлением до  $9,0 \text{ Н/см}^2$ ) на глубину до 30 см под зерновые и технические культуры.

Техническая характеристика:

|   |          |
|---|----------|
| Ширина захвата, м   | 1,05/0,9 |
| Глубина пахоты, см  | 30       |
| Предельное удельное сопротивление, кгс/см <sup>2</sup> (Н/см <sup>2</sup> ) | 0,9/9    |
| Рабочая скорость, км/ч  | 7...12   |
| Транспортная скорость, км/ч   | до 30    |
| Производительность за час сменного времени, га/ч                            | 0,89     |
| Масса, кг   | 475      |
| Агрегатируется с тракторами класса (кН)                                     | 1,4 (14) |

## **УСТРОЙСТВО И РЕГУЛИРОВКИ ПЛУГА ПЛН-3-35**

### **2.1. Общее устройство и процесс работы**

Плуг состоит из рамы, на которой закреплены три корпуса, три предплужника 7, дисковый нож 14, опорное колесо 19 с механизмом регулировки глубины вспашки 9 и замок автосцепки 15.

Плоская рама плуга состоит из бруса жесткости 10, к угольникам которого крепится грядиль 11 и распорка 12. Замок автосцепки 15 крепится к выступающим концам грядилей 11 и удерживается раскосом 16.

Корпус крошит, разрыхляет и оборачивает пласт почвы. Он состоит из штампованной стойки 4, к которой прикреплен башмак 5 с лемехом 1, отвалом 2, 3 и полевой доской 6.

Лемех 1 подрезает пласт почвы и направляет его на отвал.

Корпуса оснащаются долотообразными или трапецидальными лемехами, могут устанавливаться и самозатачивающиеся лемеха, на лезвия которых с тыльной стороны нанесен слоем в 1,5-2 мм твердый сплав сормайт №1. Нанесение сплава сормайт №1 на лезвия увеличивает срок службы в 10-15 раз.

Отвал 2, 3 отрезает пласт от стенки борозды, деформирует его и оборачивает верхним слоем вниз. В зависимости от условий работы плуг ПЛН-3-35 может оснащаться различными видами отвалов: полувинтовыми, культурными, скоростными отвалами, допускающими скорость пахоты до 12 км/ч.

По заказу потребителя плуг может быть оснащен вырезными корпусами для рыхления подпахотного слоя или безотвальными корпусами.

Переоборудование корпусов на различные виды отвалов требует соответствующей замены башмаков 5.

Для продления срока службы скоростных корпусов грудь отвала 2, расположенная в зоне интенсивного износа, делается сменной, а крыло отвала 3 укрепляется распоркой 20.

Лемех и отвал крепят к стойке болтами с потайными головками, которые не должны выступать над поверхностью. Утопание головок допускается не более чем на 1 мм. Отвал должен плотно прилегать к лемеху по линии стыка и не выступать над поверхностью лемеха. Допускается местный зазор между ними не более 1 мм, а выступание лемеха над отвалом на 2 мм. По линии полевого обреза отвал не должен выступать над лемехом, лемех же может выступать не более чем на 5 мм.

Полевая доска обеспечивает устойчивый ход корпуса и предохраняет стойку от истирания и изгибающего момента, возникающего под действием бокового давления пластов почвы. Полевой доской корпус во время работы опирается о дно и стенку борозды. У заднего корпуса устанавливают удлиненную полевую доску.

Предплужник 7 снимает верхний задернелый слой почвы со стороны полевого обреза корпуса толщиной 8-12 см и шириной несколько меньше ширины захвата корпуса и сбрасывает его на дно борозды.

Предплужник состоит из стойки, на которой закреплены лемех и отвал. Предплужник крепят к грядилу плуга хомутом при помощи державки 8. В заданном положении по высоте предплужник фиксируют выступом державки, пропущенным через одно из отверстий стойки.

Дисковый нож 14 служит для разрезания пласта почвы в вертикальной плоскости и предотвращения засыпания дна борозды. На плуге применен дисковый самоустанавливающийся нож, который крепят у предплужника заднего корпуса. Рабочим элементом ножа является стальной диск диаметром 400 мм и толщиной 6 мм, имеющий двухстороннюю заточку. Диск заклепками соединен со ступицей, смонтированной на шарикоподшипниках с одноразовой смазкой. Ось диска приварена к консоли, которая шарнирно закреплена на коленчатой стойке. Шарнирность крепления консоли позволяет ножу копировать небольшие повороты плуга в борозде. Стойка дискового ножа крепится к раме плуга через дополнительный брус 17 с помощью накладки 18 и скобы.

Глубина пахоты устанавливается винтовым механизмом 9 опорного колеса 19, на стойке которого имеются отметки (через каждые 2 см). Опорное колесо вращается на конических роликоподшипниках. Плуг оснащен прицепом для борон, что позволяет одновременно со вспашкой вести боронование (прицеп снят).

*Технические требования к установке корпусов, предплужников, дискового ножа на раму плуга*

1. Режущие кромки лемехов плуга должны лежать в одной плоскости и между собой быть параллельными (допустимое отклонение не более  $\pm 5$  мм).

2. Носки лемехов должны располагаться на одной линии (допустимое отклонение  $\pm 5$  мм).

3. Ширина захвата предплужника должна составлять 2/3 ширины корпуса, а глубина обработки 8-12 см.

4. Предплужник выносят вперед так, чтобы расстояние от носка лемеха предплужника до носка лемеха корпуса равнялось ширине захвата корпуса.

5. Носок лемеха предплужника должен располагаться на линии полевого обреза корпуса. Допускается отклонение в сторону непаханого поля на 10-15 мм.

6. Плоскость диска ножа должна отстоять в сторону непаханого поля от полевого обреза предплужника на 10-15 мм.

7. Дисковый нож устанавливается так, чтобы ось вращения диска располагалась над носком лемеха предплужника, или над носком лемеха корпуса, если пахота осуществляется без предплужника.

8. Нижняя точка лезвия ножа должна находиться ниже носка лемеха предплужника на 20-30 мм. Ступица не должна касаться поверхности поля.

*Порядок соединения плуга с трактором и установки на заданную глубину пахоты*

Трехкорпусный навесной унифицированный плуг оснащен автоматической сцепкой АС-1.

Для соединения плуга ПЛН-3-35 с трактором необходимо установить автосцепку на трехточечную навесную систему трактора МТЗ, т.е. одеть шаровые втулки нижних тяг на цапфы и ввести верхнюю тягу в проушины автосцепки. Соединения застопорить быстросъемными штырями. Затем с помощью гидросистемы ввести в зацепление автосцепку с замком 15 до момента фиксации соединения на защелку.

Для отсоединения плуга необходимо разомкнуть защелку и, отпустив автосцепку, вывести ее из зацепления с замком.

Для установки плуга на заданную глубину необходимо:

1. Установить длину левого раскоса навесной системы трактора равной 515 мм. Во время работы плуга длина левого раскоса не изменяется.

2. Соединить плуг с трактором. Изменяя длину правого раскоса, добиваемся перекоса оси пальцев автосцепки таким образом, чтобы правый палец был выше левого на половину заданной глубины пахоты.

3. Установить трактор левыми колесами на брус, высота которого должна быть равна заданной глубине пахоты минус глубина погружения колеса в почву и опустить плуг на площадку, при этом рама плуга должна быть параллельна поверхности поля.

4. Установить винтовым механизмом опорное колесо в соответствии с заданной глубиной пахоты и зафиксировать колесо в державке стопорным болтом.

5. При необходимости тягами навесной системы трактора устраниТЬ продольный и поперечный перекосы рамы плуга.

*Перегородование плуга на ширину захвата 90 см*

На легких почвах плуг работает с захватом 105 см, на тяжелых и увлажненных с захватом 90 см.

Конструкция рамы плуга позволяет путем несложной переналадки установить рабочий захват 90 см, для чего необходимо разобрать плуг и развернуть брус жесткости 10 на 180° (меткой в виде квадратного отверстия назад).

Положение и форма уголков на брусе жесткости обеспечивает после установки грядилей и корпусов рабочую ширину захвата 90 см, при этом прокладку 13 необходимо установить между вторым грядилем 11 и замком автосцепки 15.

В результате проведенной перестановки расстояние между грядилями рамы изменяется с 35 до 30 см.

## **УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

1. Корпус плуга - назначение, устройство, технические требования на сборку и установку на раму плуга.

2. Предплужник, дисковый нож - назначение, устройство, технические требования на установку дополнительных рабочих органов на раму плуга (схема).

3. Порядок соединения плуга с трактором и установки на заданную глубину.

4. Переналадка плуга для пахоты с рабочей шириной 90 см.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. В чем достоинство долотообразного лемеха?

2. Принцип работы самозатачивающегося лемеха.

3. В каких условиях плуг ПЛН-3-35 оснащается полувинтовыми, скоростными, вырезными, безотвальными корпусами? В чем их конструктивная особенность?
4. Назначение полевой доски корпуса.
5. К чему приведет нарушение технических условий на установку предплужников относительно корпусов плуга?
6. Назначение дополнительных рабочих органов плуга.
7. В чем, на Ваш взгляд, преимущество автосцепки?
8. Дайте краткую техническую характеристику навесного плуга ПЛН-3-35.
9. Как объяснить необходимость перекоса рамы плуга относительно трактора при установке на заданную глубину пахоты?
10. Каков порядок соединения плуга ПЛН-3-35 с трактором МТЗ?
11. Как установить навесной плуг на заданную глубину пахоты?
12. Чем вызвана необходимость и порядок переоборудования плуга ПЛН-3-35 на ширину захвата 90 см?
13. Как выровнять навесной плуг с одним опорно-копирующим колесом, если задний корпус пашет глубже, чем нужно?
14. Как устанавливается нужная ширина захвата первого корпуса?

Культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель КПГ-250А предназначен для рыхления почвы на глубину до 30 см и культивации на глубину до 16 см с сохранением на поверхности почвы стерни зерновых культур в целях борьбы с ветровой эрозией, а также для борьбы с сорной растительностью при культивации чистых паров.

*Техническая характеристика:*

|   |                 |
|---|-----------------|
| Ширина захвата, м                                 | 2,1             |
| Глубина обработки, см                             | 16...30         |
| Число рабочих органов                             | 2               |
| Рабочая скорость, км/ч                            | до 9            |
| Производительность за час основного времени, га/ч | 1,6             |
| Масса, кг   | 460             |
| Агрегатируется с тракторами класса (кН)           | 3...4 (30...40) |

## **УСТРОЙСТВО И РЕГУЛИРОВКИ КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРЕЗА-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ КПГ-250А**

*Общее устройство и рабочий процесс*

Культиватор КПГ-250А состоит из рамы 1, двух опорных колес 2, правой и левой плоскорежущих лап 3, механизмов подъема 4 и замка автосцепки 5.

Рама 1 прямоугольной формы состоит из трех продольных брусьев и двух поперечин, на которых установлен замок автосцепки.

Опорные колеса 2 с винтовыми механизмами подъема 4 поддерживают заданную глубину обработки и обеспечивают устойчивость культиватора в поперечном направлении. Колесо установлено на полуоси, к которой приварена стойка. В верхнем конце стойки закреплена гайка винта механизма подъема. Стойка с колесом перемещается в направляющей механизма подъема 4, закрепленной на раме 1. При вращении винта механизма подъема опорное колесо перемещается вверх или вниз. На стойке механизма нанесена шкала для предварительной установки необходимой глубины обработки почвы. Для фиксации установленного положения на кронштейне механизма подъема имеется стопорный болт. При регулировке опорные колеса должны быть всегда на одной высоте от опорной плоскости.

Правая и левая плоскорежущие лапы 3 закреплены на продольных брусьях рамы на расстоянии 250 мм по ходу культиватора. Расстояние от опорной плоскости лапы до

нижнего обреза рамы 640 мм. Лапа состоит из вертикальной стойки 6 с приваренной к ней в нижней части пяткой 7. К стойке крепится башмак 8 с долотом 9 и лемехами 10. К ней же приварен уголок 11 с регулировочным винтом. Заднее отверстие крепления стойки к раме сделано овальным.

Регулировочный винт, упираясь головкой в раму при ослабленных болтах крепления стойки к раме, позволяет установить лапу в требуемое положение относительно рамы, то есть изменить угол вхождения лапы в почву. Для этой цели у заднего отверстия имеется указатель, а на раме нанесена шкала через 2°.

Подрезанный лемехом лапы пласт почвы скользит по наклонному лезвию рыхлителя и падает без оборота. Стерня при этом остается на поверхности поля, предотвращая эрозионные процессы.

#### *Подготовка к работе*

Культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель проверяют и регулируют на ровной площадке. Опорные колеса устанавливают так, чтобы рабочие органы касались площадки, а рама была горизонтальна. Долото должно плотно прилегать к лемехам и перекрывать их стык. Толщина режущих кромок рабочих органов плоскореза-глубокорыхлителя не должна быть больше 1 мм. Головки болтов, крепящих долото, лемеха и пятки к башмакам, должны быть заподлицо с поверхностью. Выступание головок над поверхностью не допускается; утопание допускается до 2 мм. При установке в рабочее положение кромки лемехов должны касаться поверхности площадки. Задняя часть режущих кромок может быть выше передней. Превышение передних концов лемехов над задними не допускается.

На заданную глубину хода культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель настраивают изменением положения опорных колес 2 винтовым механизмом 4. Под колеса помещают подкладки высотой равной разности глубины обработки и глубины погружения колес в почву (2...4 см). Рама 1 культиватора должна быть горизонтальна.

Положение рабочих органов плоскореза-глубокорыхлителя в продольно-вертикальной плоскости (угол входа лап в почву) устанавливают в соответствии с плотностью почвы, которую предстоит обрабатывать. Если почва рыхлая, то рабочий орган устанавливают так, чтобы он прилегал всей длиной лемехов к поверхности площадки. Если почва плотная, то заднюю часть лезвия поднимают над поверхностью площадки на 15...20 мм. При установке рабочих органов в продольно-вертикальной плоскости следует иметь в виду, что большой угол наклона лап ведет к повышенному повреждению стерни, увеличивает глубину и ширину борозд, образованных стойкой рабочего органа, повышает гребнистость поверхности поля. Поэтому угол устанавливают возможно меньшим, но достаточным для хорошего заглубления. Чтобы отрегулировать положение рабочего органа в продольно-вертикальной плоскости, ослабляют два болта стойки 6, крепящих лапу к раме 1 плоскореза. Вращая регулировочный болт 12, устанавливают лапы в требуемое положение и затягивают болты крепления стоек к раме.

#### **УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

1. Дать назначение и краткие технические характеристики культиватора - плоскореза - глубокорыхлителя КПГ-250А.
2. Описать устройство рабочих органов культиватора КПГ-250А и изложить технические требования к сборке плоскорежущих лап и их установку на раму культиватора.
3. Описать порядок установки культиватора КПГ-250А на заданную глубину обработки и ожидаемые условия работ.

#### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Как устранить перекосы культиватора в продольной и поперечной плоскостях?
2. Как изменить глубину хода плоскорежущих лап?
3. С какой целью изменяют угол наклона лап в продольно-вертикальной плоскости и чем это изменение достигается?

4. В чем причины повышенного повреждения стерни при работе культиватора КПГ-250А?

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРЕЗА-ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ КПГ-250А**

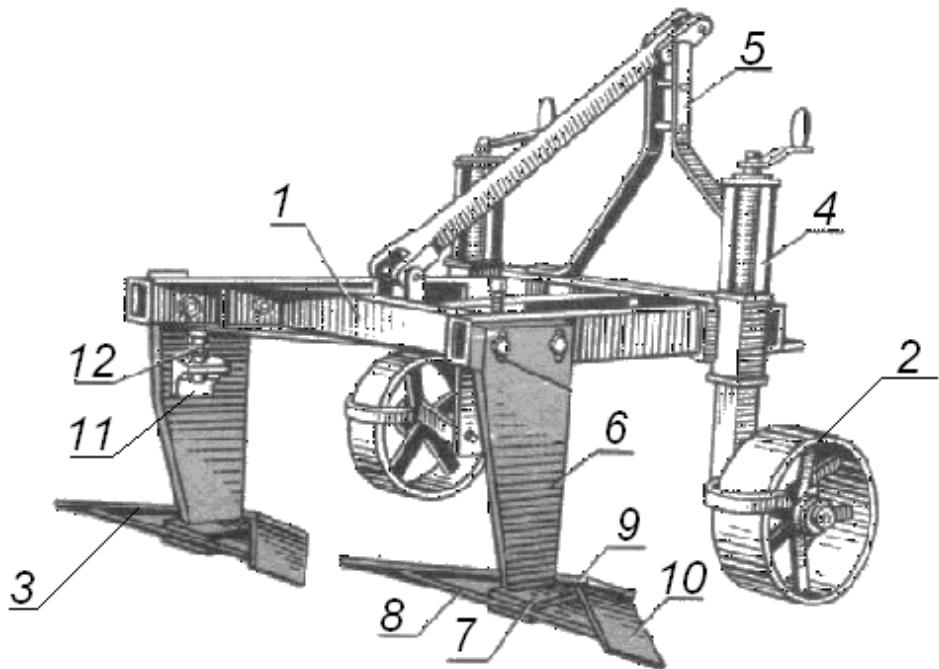


Рисунок 2: 1 - рама, 2 - опорное колесо, 3 - плоскорежущая лапа, 4 - механизм подъема, 5 - замок автосцепки, 6 - стойка, 7 - пятка, 8 - башмак, 9 - долото, 10 - лемех, 11 - уголок, 12 - упорный болт.

## **2.16 Лабораторная работа №16 (2 часа).**

**Тема: Посевные и посадочные машины.**

**2.16.1 Цель работы:** Изучить назначение, техническую характеристику, устройство, работу и основные установки и регулировки сеялки СЗС-2,1 и СУПН-8

### **2.16.2 Задачи работы:**

1. Начертить схему
2. Изучить назначение, техническую характеристику, устройство, работу и основные установки и регулировки сеялки

### **2.16.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Сеялка СЗС-2,1, СУПН-8, учебные плакаты, методические пособия, справочная литература

### **2.16.4 Описание (ход) работы:**

Сеялка-культиватор зерновая-стерневая СЗС-2,1, шириной захвата 2,1 м предназначена для рядкового полосового посева зерновых культур с одновременным подрезанием сорняков, внесением в рядки гранулированных удобрений и прикатыванием почвы в засеянных рядках на стерневых фонах в районах с почвами, подверженными ветровой эрозии.

#### *Техническая характеристика СЗС-2,1*

|   |                |
|---|----------------|
| Габариты: в рабочем положении, мм               | 3920x2230x1800 |
| в транспортном положении                        | 3650x2230x2050 |
| Масса сеялки с полным комплектом                |                |
| рабочих органов, кг                             | 1250±3%        |
| Ширина захвата, мм                              | 2052           |
| Производительность за 1 час чистого времени, га | 1,3            |
| Скорость: рабочая, км/ч                         | до 9           |
| транспортная                                    | до 15          |
| Удельное тяговое сопротивление, кг/м            | 350            |
| Ширина между рядами, см                         | 22,8           |
| Норма высева семян, кг/га                       |                |
| минимальная                                     | 65             |
| максимальная                                    | 335            |
| Глубина заделки семян, см                       |                |
| минимальная                                     | 4              |
| максимальная                                    | 12             |

## **ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

Сеялка-культиватор СЗС-2,1 состоит из следующих основных узлов: рамы 5, прицепного устройства 3, прикатывающих катков 11, зернотукового ящика 7, зерновых высевающих аппаратов, туковысевающих аппаратов, сошников 1, семяпроводов, механизма привода, гидравлического устройства 8, пневматического опорного колеса 2.

Сеялка-культиватор спереди опирается на пневматическое опорное колесо 2, а сзади - на секцию прикатывающих катков 11.

С помощью гидрофицированного устройства 8, сеялка переводится из транспортного положения в рабочее и наоборот. Винтовым упором регулировки величины хода штока гидроцилиндра регулируется глубина хода сошников. Сверху к раме прикреплен зернотуковый ящик 7, ко дну которого прикреплены зерновые высевающие

аппараты, а к задней стенке - туковые высевающие аппараты. Зерновые высевающие и туковые аппараты посредством воронок соединяются пластмассовыми трубчатыми семяпроводами с сошниками 1.

Вал зерновых аппаратов и вал туковых аппаратов приводятся во вращение механизмом привода от звездочки секции прикатывающих катков. К раме 5 с помощью пальцев крепится прицеп 3, который подвешивается цепью, к подвеске, прикрепленной к кронштейнам пневматического опорного колеса. На раме крышками подшипников с болтами закрепляется рамка секции прикатывающих катков 11. Подшипники секции прикатывающих катков охвачены кронштейнами, закрепленными болтами.

Тяга длинная 6, стяжная гайка и тяга короткая обеспечивают взаимосвязь секций прикатывающих катков с опорным колесом. При транспортировке и хранении сеялка в транспортном положении фиксируется планкой 9.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Засыпанные в зернотуковый ящик семена и минеральные удобрения заполняют самотеком приемные камеры высевающих аппаратов. При движении сеялки с опущенными в рабочее положение сошниками катушки зерновых и туковых аппаратов, вращаясь, захватывают семена и удобрения и выбрасывают их в воронки семяпроводов. Семена и удобрения по семяпроводам поступают в сошники и падают на дно борозды, образуемой сошником в почве. Заделка семян происходит в результате самоосыпания почвы со стенок борозды, а сзади идущие за сошниками катки производят уплотнение почвы над семенами, и формируют на поверхности почвы гребни, для уменьшения скорости ветра в приземном слое.

## НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ОСНОВНЫХ УЗЛОВ

4.1. *Рама* сварная, состоит из трех поперечных брусьев: бруса переднего, бруса заднего, бруса среднего, с니ц, продольных брусьев, раскосов.

Сеялка прицепляется к сцепке или трактору с помощью серьги.

4.2. *Прикатывающие катки* служат задней опорой сеялки и приводят в движение механизм привода.

Клиновой профиль обода препятствует налипанию почвы и способствует хорошему прикатыванию - образуются гребни со стерней. С помощью кронштейнов прикатывающие катки крепятся к раме. Катки с распорными втулками и звездочкой на валу стягиваются гайкой.

4.3. *Ящик зернотуковый* служит емкостью для временного хранения и подачи семян и удобрения к высевающим аппаратам. Представляет собой сварную конструкцию, состоящую из стенок передней, задней, средней, боковин, дна, крышки, зерновысевающих и туковысевающих аппаратов.

Ко дну зернотукового ящика прикрепляются катушечные зерновые аппараты. Каждый высевающий аппарат (см. стенд на стене) состоит из корпуса, в котором установлена муфта и ребристая катушка, закрепленная на валу. Для устранения зазора между торцами катушки и муфты аппарат имеет компенсатор. По мере появления зазора компенсатор переставляется на одну из следующих ступеней и стопорится шплинтом. Нижняя часть корпуса закрывается клапаном. Пружина предохраняет аппарат от забивания. Ко дну зернотукового ящика монтируется регулятор нормы высева семян. Рычаг регулятора соединен с валом высевающих аппаратов при помощи муфты. При повороте рычага вал с катушками смещается вдоль оси, чем достигается изменение длины рабочей части катушки.

Для освобождения аппаратов от остатков семян на сеялке предусмотрен групповой опорожнитель. Для освобождения камер высевающих аппаратов от остатка семян необходимо рычаг опорожнителя нажать вниз и немного в сторону, освободив его от фиксатора и поднять вверх до отказа. При этом клапаны открываются и обеспечивают свободный выход семян из камер высевающих аппаратов.

4.4. На задней стенке зернотукового ящика установлены *туковысевающие аппараты*. Туковый высевающий аппарат состоит из стального корпуса, внутри которого вращается вместе с валом литая катушка, имеющая на своей поверхности штифты, поэтому аппарат называется катушечно-штифтовым. В нижней части высевающий аппарат имеет клапан. Клапан каждого из девяти аппаратов закреплен на валу регулятора, для высева туков нормальной влажности клапан устанавливается от катушек на расстоянии 6-10 мм. В каждом туковысевающем аппарате имеется заслонка, закрепленная на задней стенке зернотукового ящика. Она служит для регулирования поступления туков в высевающий аппарат.

4.5. *Сошники* служат для подрезания сорняков и образования в почве борозды, в которую попадают удобрения и семена.

Сошники крепятся на раме сеялки в три ряда. Расстояние между рядами 500 мм, а между рабочими органами в ряду – 684 мм.

Сошники трубчатые с двумя типами рабочих органов: культиваторной лапой и наральником. Каждый рабочий орган имеет две амортизационные пружины, установленные на направителе. Эти пружины предохраняют сошник от поломок при наезде на препятствие и способствуют самоочищаемости рабочих органов, вибрируя при работе.

4.6. *Семяпроводы* трубчатые крепятся к переходникам воронок при помощи хомутов и болтов. Воронки крепятся к высевающим аппаратам шплинтами. Концы семяпроводов свободно вводятся в отверстия стоек сошников.

4.7. *Механизм привода* служит для передачи вращения от секции прикатывающих катков к валам туковых и зерновых высевающих аппаратов и расположен с правой стороны сеялки (по ходу).

Механизм привода зубчато-цепной включает в себя: семизубовую звездочку на оси катков; 12-зубовую храповую звездочку, зафиксированную рычагом на валу рамки секции прикатывающих катков; 8-зубовую храповую звездочку, установленную на том же валу; сменную звездочку, установленную на валу зерновых аппаратов; звездочку, установленную на промежуточном валике, смонтированном в рамке. С промежуточного валика посредством двух зубчаток движение передается на вал туковых аппаратов. Две натяжные звездочки натягивают ведомые ветви цепей.

При транспортировке сеялки разобщитель выводит 8-зубовую храповую звездочку из зацепления с 12-зубовой храповой звездочкой и тем самым прекращается передача движения на валы высевающих аппаратов.

При работе сеялки разобщитель выведен и пружина сдвигает 8-зубовую звездочку до зацепления с 12-зубовой.

Изменение частоты вращения валов высевающих аппаратов производится сменными звездочками и шестернями:

4.8. *Гидравлическое приспособление* служит для подъема сеялки в транспортное положение и опускание в рабочее, а также для регулировки глубины хода сошников.

Гидравлическое приспособление состоит из гидравлического цилиндра и рукавов высокого давления, закрепленных на стойке. Необходимо учесть, что у метки "П" на гидроцилиндре устанавливается штуцер с меньшим диаметром проходного отверстия для плавного опускания сеялки в рабочее положение.

При работе гидроцилиндра шток толкает рычаг, поворачивая вал рамки прикатывающих катков. При этом секция прикатывающих катков подкатывается под

сейлку. Одновременно тяги подкатывают опорное колесо, при этом сейлка переходит в транспортное положение.

## УСТАНОВКИ И РЕГУЛИРОВКИ СЕЯЛКИ

5.1. В транспортном положении сейлки храповые звездочки (8 и 12 зубьев) должны быть разомкнуты с зазором 2...3 мм между торцами зубьев храповиков, а в рабочем положении полностью сомкнуты.

5.2. Установить механизм привода на необходимое передаточное отношение. Заданная норма высева должна быть получена при наименьшем передаточном отношении и при наибольшем открытии катушек высевающих аппаратами, что способствует равномерному высеву семян по рядкам и предотвращает дробление семян в аппаратах.

5.3. Подбор длины рабочей части катушки производится регулятором нормы высева. Деления и цифры на циферблате показывают длину рабочей части катушек в мм.

Перед регулировкой необходимо проверить правильность установки катушек. Для этого рычаг регулятора высева установить на нулевое деление шкалы циферблата. При этом торцы катушек должны лицеваться с внутренней плоскостью розетки. Если же некоторые катушки утопают в розетках, а другие выступают из них, то необходимо у данных аппаратов отпустить болты крепления корпуса аппаратов к зерновому ящику и сдвинуть корпус аппарата с таким расчетом, чтобы после закрепления его горец катушки лицевался с внутренней плоскостью розетки.

Для проверки правильности установки нормы высева на месте необходимо поднять сейлку на подставки или домкраты так, чтобы была обеспечена возможность свободного вращения прикатывающих катков. К семяпроводам подвязать мешочки. В семенной ящик засыпать зерно (не менее 2/3 объема). Установить максимальное открытие аппаратов и вращать прикатывающие катки по ходу движения сейлки со скоростью близкой к скорости посева. Совершить 22 оборота, что будет соответствовать 1/100 га.

Взвесив высеванные при этом семена и умножив полученный результат на 100, получим фактическое количество высеванных семян на 1 га ( $Q_{\phi}$ ) при заданной установке регулятора высева  $L_{\phi}$

Затем следует определить необходимый вылет катушки  $L$  обеспечивающий заданную норму высева  $Q_{\text{зад}}$ , составив следующую пропорцию:

$$L_{\phi} = Q_{\phi}$$

$$L_X = Q_{\text{зад}},$$

Из пропорции имеем:

$$L_X = (L_{\phi} \cdot Q_{\text{зад}}) / Q_{\phi},$$

Рычагом регулятора высева установить необходимый вылет катушки.

5.4. Регулирование нормы высева удобрений производится путем подбора передаточного отношения на вал туковых аппаратов (по таблице) и задвижкой, изменяя живое сечение выходного окна в задней стенке ящика. Донышки туковых аппаратов должны быть установлены от катушек на расстоянии 6...10 мм для высева удобрений нормальной влажности. При высеве удобрений с повышенной влажностью донышки необходимо несколько опустить. Чтобы получить норму высева удобрений необходимо произвести пробный высев на месте как же, как при проверке высева зерна.

5.5. Регулировка глубины хода сошников осуществляется передвижением упора на штоке гидроцилиндра или гайкой штока. Чем больше выход штока из гидроцилиндра, тем меньше глубина хода сошников и наоборот,

5.6. Регулировка сжатия амортизационных пружин осуществляется гайками, опирающимися на шайбу.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Из каких основных частей состоит сейлка?
2. Назначение сейлки.

3. Расскажите порядок установки сеялки на заданную норму высева.
4. Как осуществляется регулировка заделки семян в почву?
5. Расскажите устройство высевающего аппарата для семян.
6. Расскажите устройство сошника сеялки,
7. Сколько операций и какие выполняет сеялка?
8. Как регулируется норма внесения удобрений?
9. К какому типу относится высевающий аппарат туков?
10. Назовите тип сошников стерневой сеялки?
11. Как осуществляется перевод сеялки из рабочего положения в транспортное?
12. Как включается и выключается привод па высевающие аппараты сеялки?
13. Как устраняется неравномерность высева отдельными высевающими аппаратами?
14. С какой целью осуществляется прикатывание почвы формирование на ее поверхности гребней?
15. В чем заключается универсальность сеялки?
16. Сеялка относится к комбинированным машинам. В чем это выражается?

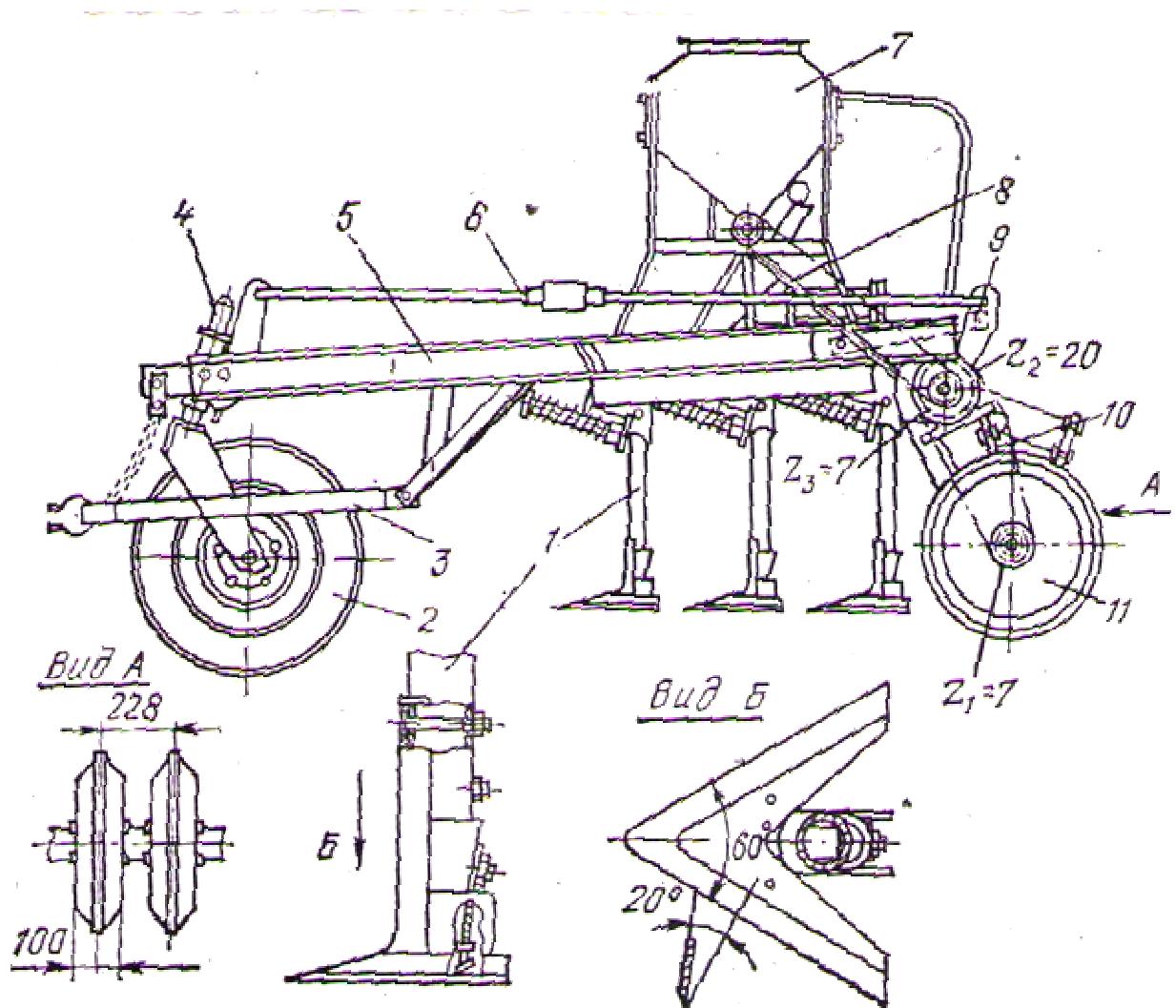


Рисунок 1 - Сеялка СЗС-2,1: 1 - сошник; 2 - колесо опорное; 3 - устройство прицепное; 4 – ось вилки опорного колеса; 5 - рама; 6 - тяга длинная; 7 - ящик зернотуковий; 8 - устройство гидравлическое; 9 - планка транспортная; 10 - кронштейн; 11 - прикатывающие катки.

Кукурузные сеялки СУПН-8 предназначены для пунктирного высева калиброванных и некалиброванных семян кукурузы и других пропашных культур с одновременным (раздельным от семян) внесением минеральных удобрений. Сеялки агрегатируются с тракторами класса 1,4.

*Техническая характеристика:*

|   |                    |
|---|--------------------|
| Ширина захвата, м                             | 5,6                |
| Производительность за 1 час чистой работы, га | 6,7                |
| Рабочая скорость, км/ч                        | до 12              |
| Число высевающих аппаратов, шт                | 8                  |
| Ширина междурядий, м                          | 0,70               |
| Глубина хода сошников, см                     | 4...8              |
| Вместимость ящиков, дм <sup>3</sup> для зерна | 21                 |
| для туков                                     | 30                 |
| Число пневматических колес, шт                | 2                  |
| Габариты:                                     |                    |
| длина x ширина x высота, мм                   | 1800 x 5740 x 1600 |
| Конструктивная масса, кг                      | 1230               |
| Обслуживающий персонал                        | 1                  |

## ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СУПН-8

Сеялка СУПН-8 (рис. 1) состоит из четырех левых и четырех правых посевных секций 12, четырех туковысевающих аппаратов 9, рамы 1, вентилятора 7 с гидравлическим приводом, опорно-приводных колес 2 с механизмами передач, маркеров 4, подножки 11. На сеялке установлен прибор для контроля высева и уровня семян в бункерах. Каждая посевная секция состоит из высевающего аппарата с бункером для семян и цепной передачи, комбинированного полозовидного сошника, колеса, загортачей, шлейфа, механизма регулировки заглубления сошника, механизма привода высевающего диска.

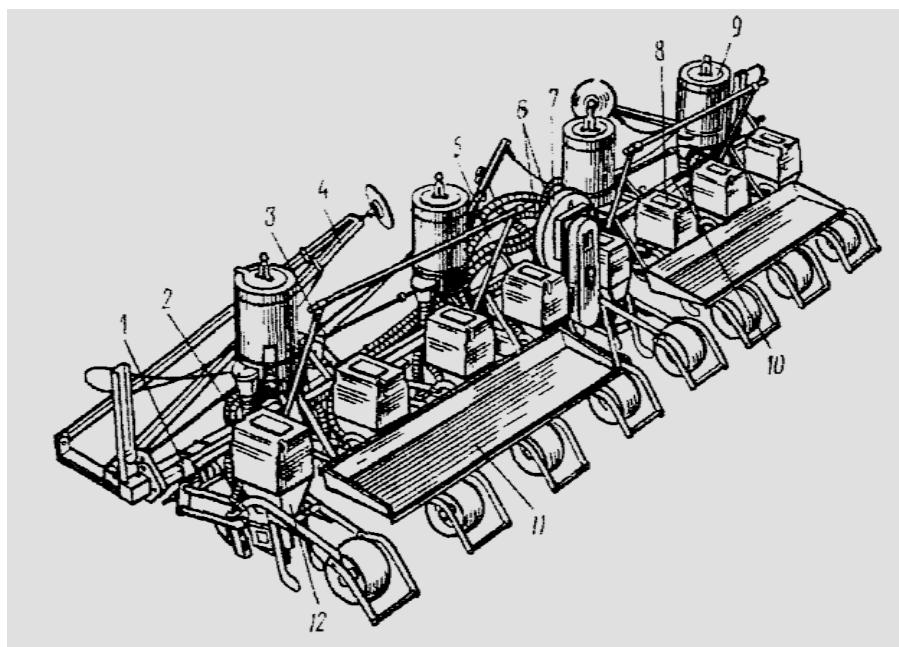


Рисунок 1 Сеялка СУПН-8:

1 - рама; 2 - колесо; 3 - кронштейн; 4 - маркер; 5 - замок; 6 - воздуховоды, 7 - вентилятор; 8 - бункер для семян; 9 - аппарат туковысевающий; 10 - рама; 11 - подножка; 12 - секция.

## УСТРОЙСТВО ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

Аппарат для высева семян (рис. 2) пневматического типа, состоит из литого корпуса 14 с заборной камерой и крышки 6 с камерой разрежения. Крышка прикреплена к корпусу шпильками 8. Внутри корпуса находится высевающий диск 9 с ворошителем 10, установленный на квадратном конце вала 11. На противоположном конце вала 11 находится звездочка 18. Вращение на вал 11 передается цепью с вала 2 контрпривода, установленного в подшипниках скольжения кронштейна, закрепленного в верхней части корпуса высевающего аппарата. Цепная передача закрыта крышкой 19. На конце вала 2 имеется шплинт 21, фиксирующий звездочку 5. Диск 9 состоит из основания и тонкой металлической накладки, жестко соединенных между собой. В основании и накладке имеются отверстия, причем в накладке они меньше, чем в основании. Металлическая накладка обращена в сторону заборной семенной камеры, а диск прижат ворошителем 10 к камере разрежения крышки 6. Камера разрежения соединена воздуховодом с раструбом вентилятора.

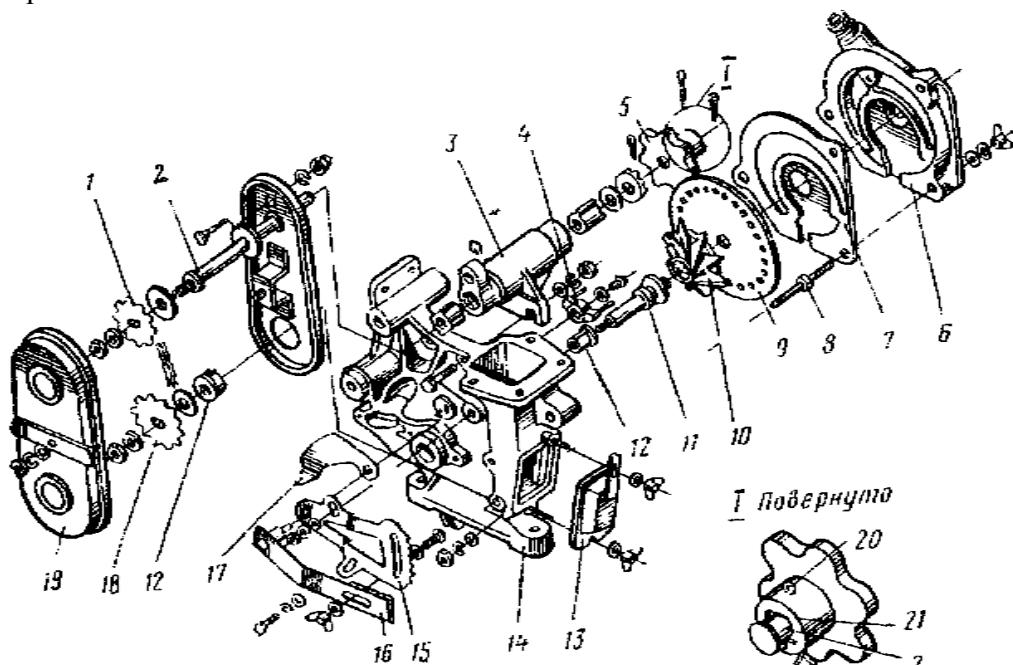


Рисунок 2. Аппарат высевающий:

1, 5, 18 - звездочки; 2, 11 - валы; 3 - корпус подшипника; 4 - вилка; 6, 13, 19- крышки; 7 - прокладка; 8 - шпилька; 9 - диск; 10 - ворошитель; 12 -втулка; 14- корпус; 15-шкала; 16- рычаг; 17- заслонка; 20,21 - шплинт.

Лишние семена возвращаются в заборную камеру вилкой 4; поворачивая её вокруг оси, изменяют расстояние между штырями вилки относительно окружности, по которой расположены отверстия высевающего диска. Между штырями вилки должно проходить лишь одно семя (остальные отводятся штырями вилки). Штыри вилки в необходимое положение устанавливают рычагом 16, перемещая его по шкале и фиксируя гайкой. При перемещении рычага на одно деление расстояние между штырями вилки изменяется на 1 мм.

Опоражнивание высевающего аппарата осуществляется через окно, расположенное в нижней части корпуса, которое закрывается крышкой 13. Через окно, закрываемое заслонкой 17 проверяют, как притягиваются семена к отверстиям высевающего диска.

Сошник (рис. 3) состоит из полоза -16 с туковой и семенной пятками, туковой воронки 17 и тяги 19. К сошнику болтами прикреплен высевающий аппарат 15. Через параллелограммную подвеску, состоящую из кронштейна 1, поводков 2, 4 и 19 и корпуса аппарата 15, посевная секция крепится к раме.

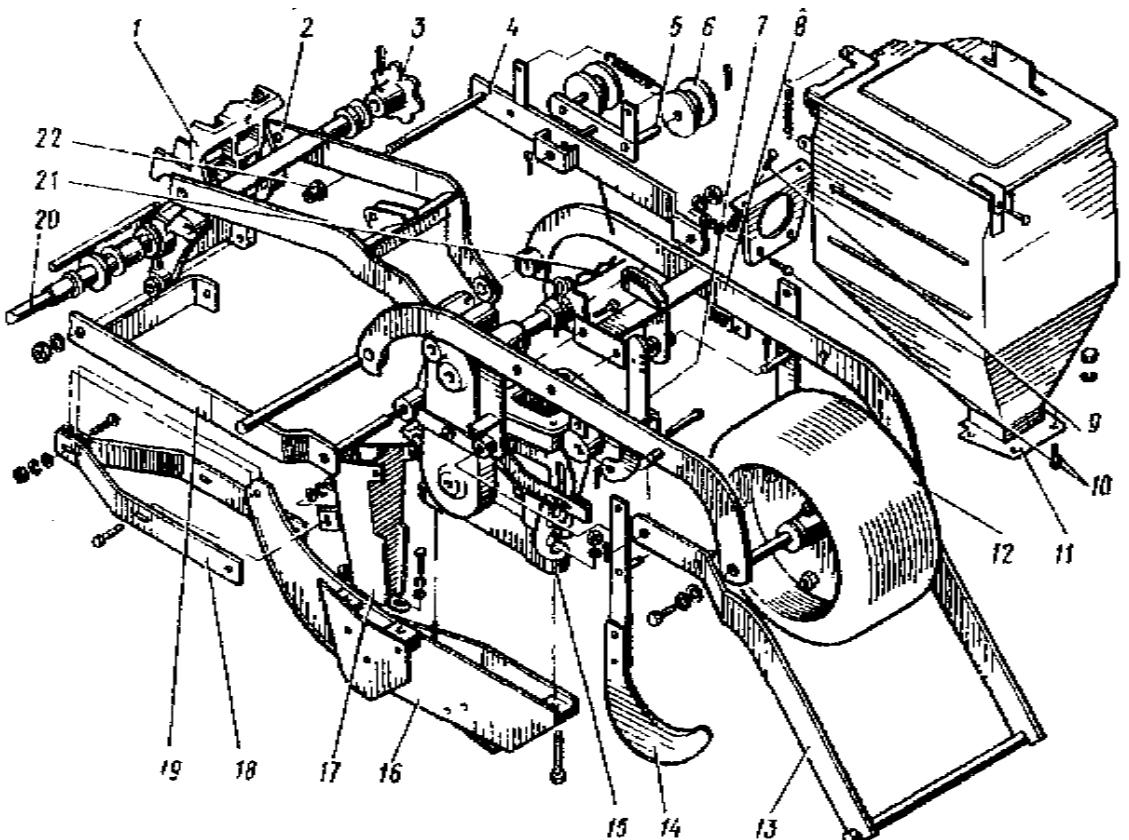


Рисунок. 3 Секция посевная:

1- кронштейн; 2, 4, 19 - поводки; 3 - звездочка; 5 - натяжник; 6 - ролик; 7 - кулиса; 8, 18 - тяги; 9, 10 - болты; 11 - бункер; 12 - колесо; 13 - шлейф; 14- загортач; 15- аппарат; 16-полоз; 17 - воронка; 20- вал; 21 - шплинт пружинный; 22- втулка.

Прикатывающее колесо 12 уплотняет почву и ограничивает глубину хода сошника. Колесо представляет собой два металлических диска со ступицей, на которые надета шина диаметром 300 и шириной 150 мм. Ступица с втулками свободно вращается на оси, с обеих сторон она закрыта манжетами. От осевого смещения ступица удерживается шплинтами и специальными регулировочными шайбами.

Механизм регулировки глубины хода сошников состоит из кулисы 7, пружинного шплинта 21, шарнирно установленных с ограничительной скобой, и нажимной штанги с пружиной. Глубину заделки семян в почву регулируют, переставляя шплинт в отверстиях кулисы 7. Минимальная глубина хода сошника обеспечивается при установке шплинта в нижнее отверстие кулисы, максимальная - при установке шплинта в верхнее отверстие. Перестановка шплинта на одно отверстие изменяет заглубление сошника на 10 мм.

Загортачи 14, закрывающие борозды почвой, представляют собой две подпружиненные стойки с крыльями.

Шлейф 13, заделывающий рядки разрыхленной почвой и выравнивающий засеянные рядки, представляет собой рамку жесткой конструкции, шарнирно установленную на тягах 8.

Механизм привода высевающего аппарата устроен так. Вращение на вал 11 (см. рис. 2) высевающего диска ворошителя 10 передается от звездочки 3 (см. рис. 3) закрепленной шплинтом на валу 20, установленном в подшипниках скольжения в кронштейне 1, на звездочку 5 (см. рис. 2) цепной передачей. От звездочки 5 через вал 2 вращение передается на звездочку 1, а затем на звездочку 18, установленную на валу 11. Между звездочками 3 (см. рис. 3) установлено натяжное устройство 5 с двумя роликами 6.

Вентилятор служит для создания разрежения в камерах крышек высевающих аппаратов. Вместе с приводом он смонтирован на кронштейне.

Привод вентилятора осуществляется от гидравлического шестеренного мотора 17 через клиноременную передачу и муфты.

Прибор «Кедр» контроля высева и уровня семян устанавливается на сеялке перед началом посевых работ. Он состоит из пульта управления, блока усилителей, датчиков высева, датчиков уровня и двух жгутов кабелей.

## РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС

При движении сеялки семена из бункера 4 (рис. 4) самотеком поступают в корпус высевающего аппарата 5. Вентилятор 3 создает вакуум в подковообразной полости крышки высевающего аппарата. При вращении высевающего диска семена, находящиеся против зоны разрежения, притягиваются к его отверстиям и транспортируются из заборной камеры к точке сброса в сошник 8. «Лишние» семена удаляются в заборную камеру аппарата штырями вилки. В нижней части высевающего аппарата при переходе семян из зоны разрежения в зону атмосферного давления они падают по одному на уплотненное дно борозды, образованное семенной пяткой сошника.

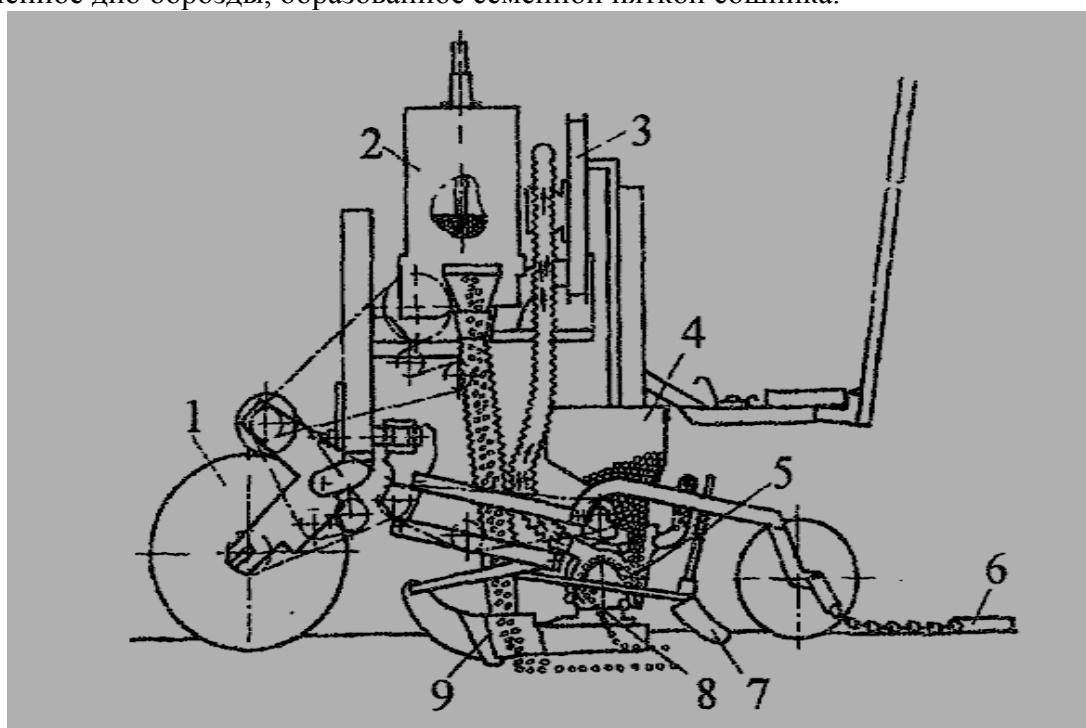


Рисунок. 4 Схема технологического процесса сеялки СУПН—8:  
1 - колесо; 2 - туковысевающий аппарат; 3 - вентилятор; 4 - бункер; 5 - высевающий аппарат; 6 - шлейф; 7 - загортач; 8 - сошник; 9 - сошник туковысевающего аппарата.

Высевающий диск туковысевающего аппарата, вращаясь, увлекает за собой нижний слой удобрений, часть из которых отсекается скребками и направляется через окна в воронки и тукопроводы, а затем — в борозды, образованные туковыми нитками сошников 9. Загортачи 7 закрывают почвой борозды сложенными семенами и удобрениями, прикатывающие колеса уплотняют почву над бороздами, создавая контакт семян с почвой и условия для подъема к ним влаги, а шлейфы 6 выравнивают поле после прохода сошников и покрывают зоны рядков мульчированной почвой.

## **ПОДГОТОВКА СЕЯЛКИ К РАБОТЕ**

Перед выездом в поле сеялку подготавливают к работе: устанавливают высевающие аппараты на норму высева семян и удобрений, регулируют глубину хода сошников, натяжение цепей, вылет маркеров и так далее.

Установка семявысевающих аппаратов на норму высева происходит следующим образом. К каждой сеялке прилагается четыре комплекта высевающих дисков.

Передаточный механизм сеялок обеспечивает 45 передаточных чисел. Высев заданного количества семян достигается подбором высевающего диска и передаточного числа. В прилагаемой к сеялке таблице приведены нормы высева семян кукурузы и других культур согласно агротехническим требованиям с учетом скорости движения агрегатов, превышение которой повлечет за собой ухудшение качества высева. Пользуясь этой таблицей и учитывая, что в каждое отверстие диска входит по одному семени, устанавливают механизм передач на необходимую норму высева.

При необходимости можно поменять местами звездочки на валу трансмиссии у кронштейна подвески секции и на выходном валу механизма передач или переставить звездочки на валу трансмиссии и на выходном валу механизма передач на туковысевающие аппараты.

Для замены высевающих дисков отворачивают барашки на крышке 6 (см. рис. 2) высевающего аппарата, снимают крышку, прокладку 7 и диск 9. Надевают нужный диск на квадратный конец вала 11 высевающего аппарата так, чтобы отверстия меньшего диаметра накладки были направлены в сторону резинового ворошителя; затем устанавливают крышку с прокладкой и затягивают гайку-барашек.

Положение рычага 16 вилки 4 относительно шкалы 15, т.е. необходимое расстояние между отверстиями диска и штырями вилки, выбирают по прилагаемой к сеялке таблице.

При установке рычага 16 на нулевое деление штыри располагаются по окружности высевающих отверстий. Это положение вилки является контрольным при сборке. Контроль, а при необходимости регулировку положения вилки при смене дисков или выполнении операций, связанных с разборкой и сборкой высевающих аппаратов, проводят по шаблону.

Правильность установки рычага 16 и вилки 4 проверяют в таком порядке. Сначала отворачивают гайки-барашки, крепящие крышку 6 высевающего аппарата, снимают крышку, прокладку 7, диск 9 и ослабляют гайки, крепящие шкалу 15. Шаблон устанавливают на вал высевающего аппарата так, чтобы в пазы вошли штыри вилки, нулевое деление шкалы «А» совмещают с отметкой «В» рычага. Затем снимают шаблон и устанавливают диск 9, прокладку 7 и крышку 6 высевающего аппарата на свои места.

Передаточное число подбирают в такой последовательности. По формуле рассчитывают норму высева семян, затем определяют передаточное число от опорно-приводного колеса к диску высевающего аппарата, необходимое для обеспечения заданной нормы высева семян в штуках на погонный метр.

По прилагаемой к сеялке таблице подбирают значение передаточного отношения, ближайшее к расчетной величине, и соответственно устанавливают механизм передач. Норму высева устанавливают с учетом всхожести семян.

Для проверки правильности подбора высевающих дисков и передаточного отношения в бункер высевающих аппаратов сеялки засыпают семена (не менее 1/3 объема бункера) и проезжают 50—100 м по полю, установив сошники на наименьшее заглубление. Затем отыскивают семена в почве. Если полученный результат не соответствует требуемому, подбирают другой диск или другое передаточное отношение, и снова проверяют качество высева.

Установка сошников на требуемую глубину хода: глубину хода каждого сошника устанавливают путем перестановки шплинта 21 (см. рис.3) в кулисе 7. Одно отверстие кулисы соответствует заглублению сошника примерно на 1 см. Пружины нажимных штанг регулируют, переставляя стопорные кольца каждой посевной секции.

Необходимая норма высева туков достигается изменением расстояния между концами скребков-направителей и внутренней стенкой тукового бункера, а осуществляется рукояткой регулятора норм высева, положение которых фиксируется на соответствующих делениях.

Фактическая норма высева проверяется путем взвешивания удобрений, высеваемых отдельными туковысевающими аппаратами на пути в 42 м, с последующим пересчетом на 1 га и соответствующей корректировкой.

## УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

1. Агротехнические требования, предъявляемые к посеву СУПН-8
2. Дать описание конструкции высевающего аппарата и сошника.
3. Вычертить технологическую схему работы СУПН-8.
4. Указать основные регулировки узлов сеялки по схеме.

| № | Наименование узла сеялки подлежащего регулированию | Названия регулировки | Технические условия, способ регулировки или пути достижения | Эскиз или схема |
|---|--|----------------------|---|-----------------|
|   |  |                      |   |                 |

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:

1. Какие рабочие органы имеет сеялка СУПН-8?
2. Перечислить основные сборочные единицы и механизмы сеялки.
3. Как осуществляется рабочий процесс СУПН-8?
4. Объяснить устройство высевающего аппарата СУПН-8?
5. Как исключается забивание отверстий высевающего диска семенами?
6. Как правильно установить высевающий диск?
7. Чем обеспечивается однозерновой высев семян?
8. Как проверить присасывание семян к отверстиям диска?
9. Чем производится опорожнение высевающего аппарата?
10. Какую роль выполняет муфта привода вентилятора?
11. Что предусмотрено для контроля высева и уровня семян, каков принцип работы этих устройств?
12. Перечислите основные регулировки и объясните пути их достижения.
13. Объясните, как устроен и работает туковысевающий аппарат

## **2.17 Лабораторная работа №17 (2 часа).**

### **Тема: Машины для внесения удобрений**

**2.17.1 Цель работы:** Изучить назначение, технологическую характеристику, устройство, технологический процесс работы машины, основные регулировки и установки разбрасывателя.

#### **2.17.2 Задачи работы:**

Изучить назначение, технологическую характеристику, устройство, технологический процесс работы машины, основные регулировки и установки разбрасывателя.

#### **2.17.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1-РМГ-4 – разбрасыватель минеральных удобрений, учебные плакаты, методические пособия, справочная литература.

#### **2.17.4 Описание (ход) работы:**

Разбрасыватель минеральных удобрений 1-РМГ-4 предназначен для сплошного разбрасывания по поверхности почвы минеральных удобрений, слабопылящих и известковых материалов, извести и гипса.

##### *Техническая характеристика:*

|   |                |
|---|----------------|
| Производительность за час чистой работы, га | 12             |
| Ширина разбрасывания, м                     | 6...14         |
| Масса машины, кг                            | 1460           |
| Грузоподъемность, кг                        | 4000           |
| Рабочая скорость, км/ч                      | 12             |
| Транспортная скорость, км/ч                 | до30           |
| Нормы внесения, кг/га                       | 100...6000     |
| Погрузочная высота, мм                      | 1840           |
| Дорожный просвет, мм                        | 370            |
| Габаритные размеры, мм:                     |                |
| в рабочем положении                         | 5800x6000x1840 |
| транспортном                                | 5450x2100x3150 |
| Обслуживающий персонал                      | тракторист     |

1-РМГ-4 агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4 (14 кН) (МТЗ всех модификаций), оборудованными гидрокрюками и выводами для подсоединения электрооборудования и тормозной системы.

#### **ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

Разбрасыватель представляет собой одноосную полуприцепную машину (рис.1), состоящую из цельносварной несущей конструкции кузова 1 с рамой, как основного узла, на котором монтируются все механизмы и узлы разбрасывателя. Основные узлы 1-РМГ-4: кузов 1, ходовая часть 10, транспортер 2, дозирующее устройство 12, разбрасывающие диски 5 и 6.

По дну кузова разбрасывателя проходит прутковый транспортер 2. Привод транспортера 2 осуществляется от опорного колеса 10 разбрасывателя с помощью приводного ролика 9 через три ступени цепных передач, которые позволяют получать две

скорости транспортера 2:  $V_p = 1,3$  м/мин и  $V_p = 6,6$  м/мин путем перестановки цепи на первом контуре (от ролика 9 к контрприводу).

Разбрасывающие диски 5 и 6 приводятся во вращение гидромотором.

Кузов 1 устанавливается на подпрессоренную ходовую систему. Электропроводка проложена по боковому уголку и внутри верхнего швеллера кузова.

## УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСНОВНЫХ УЗЛОВ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ 1-РМГ-4

3.1. *Кузов 1* представляет собой сварную конструкцию трапецеидальной формы. Задний борт кузова имеет окно для прохода массы и установки дозирующей заслонки 12 с механизмом ее привода 13. К лонжеронам рамы приварены кронштейны для крепления основных рабочих органов разбрасывателя.

3.2. *Питающий транспортер 2* представляет собой бесконечную (замкнутую) цепь из прутков волнистой формы, соединенных между собой изогнутыми концами каждого прутка. Изогнутые прутки движутся острыми концами против хода машины, что препятствует налипанию удобрений в направляющих желобках транспортера и предотвращает его «всплытие». Для получения норм внесения удобрений, не зависящих от скорости движения агрегата, привод транспортера осуществляется от ходового колеса 10 посредством прижимного ролика 9. От прижимного ролика 9 при помощи цепных передач вращение передается на ведущий вал транспортера 11.

Прижим ролика 9 к ходовому колесу 10 осуществляется гидроцилиндром 8, подключенным к трубопроводам гидромотора 7 через стабилизатор давления, позволяющий получать постоянное усилие прижатия, независимо от перемещения подпрессоренного колеса 10 ходовой части разбрасывателя.

3.3. *Дозирующее устройство 3* представляет собой секционную подпружиненную заслонку 12 шиберного типа, перемещающуюся в пазах на заднем борту кузова при помощи шарнирно-рычажного механизма 13.

3.4. *Разбрасывающее устройство* (рис.1б) состоит из двух разбрасывающих дисков правого 5 ведущего и левого 6 ведомого, тукоделителя 4, клиноременной передачи и гидромотора 7. Правый разбрасывающий диск 5 является ведущим и состоит из штампованного диска с лопatkами 14, вращаемого через зубчатую полумуфту гидромотором 7. В нижней части диска закреплен вариаторный шкив для передачи вращения на ведомый диск 6.

Левый тукоразбрасыватель 6 (ведомый) представляет собой такой же диск с лопatkами и шкивом 5. Передача вращения на него осуществляется перекрестной клиноременной передачей.

Тукоделитель 4 сварен из листовой стали в виде двух рукавов коробочного сечения. Внутренние стенки рукавов закреплены шарнирно, что позволяет регулировать место подачи разбрасываемого материала на диски (от периферии к центру диска). Тукоделитель 4 при необходимости можно перемещать в пазах по продольной оси кузова 1.

3.5. *Привод рабочих органов* разбрасывателя осуществляется от гидросистемы трактора. Масло под давлением подводится от распределителя гидросистемы трактора к гидромотору МНШ-46У 7, и, одновременно, через стабилизатор давления в бесштоковую полость гидроцилиндра 8, обеспечивая вращение разбрасывающих дисков 5 и 6 и необходимое усилие прижатия прижимного ролика 9. Рабочее давление в гидросистеме до 8,5 МПа ( $85$  кг/см $^2$ ). Слив масла от гидромотора 7 и гидроцилиндра 8 осуществляется по трубопроводу к распределителю трактора.

3.6. *Ветрозащитное устройство 15* улучшает равномерность разбрасывания удобрений в ветреную погоду и состоит из левого и правого трубчатых корпусов, обтянутых плотной тканью. Крепится ветрозащитное устройство на кронштейнах

разбрасывателя в задней его части. В рабочем (горизонтальном) положении правая и левая части ветрозащитного устройства удерживаются с помощью цепей. В транспортном положении крылья ветрозащитного устройства поднимаются вверх и закрепляются цепями. Тент на крыльях при этом сворачивают в трубку и с помощью сшивальников крепят к трубам каркасов и задней площадке.

Разбрасыватель 1-РМГ-4 имеет систему электрооборудования и тормозную систему. Тормоза разбрасывателя колодочные гидравлические и по устройству аналогичны тормозам автомобиля ГАЗ-52 с приводом от ручного рычага торможения с места водителя трактора.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАБОТЫ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ

Заранее измельченные и просеянные твердые удобрения или известковые материалы загружаются в кузов 1 разбрасывателя погрузочными средствами. Максимальная величина гранул и влажность должны соответствовать агротребованиям.

Подъехав к месту рассева и установив заданную норму высеива минеральных удобрений, рычагом гидрораспределителя трактора включаются рабочие органы разбрасывателя, и агрегат начинает движение. При этом прутковый транспортер 2, привод которого осуществляется от ходового колеса 10, перемещает удобрения через дозирующее устройство 3 к тукоделителю 4.

Пройдя через тукоделитель 4, удобрения делятся на два потока и направляются на вращающиеся разбрасывающие диски 5 и 6, которые разбрасывают их веерообразным потоком на поверхность почвы.

При работе разбрасывателя в ветреную и ненастную погоду на него устанавливается тент и ветрозащитное устройство 15. Если нет необходимости в использовании тента, то его сворачивают в рулон и крепят на переднем борту с помощью сшивальников.

## УСТАНОВКИ И РЕГУЛИРОВКИ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ

5.1. Установка разбрасывателя на заданную норму внесения удобрений. Норма внесения удобрений регулируется за счет изменения скорости движения питающего транспортера и величины высевной щели.

При установке определенной нормы можно руководствоваться таблицей норм внесения, закрепленной на задней стенке разбрасывателя. Нормы высеива до 1000 кг/га получают на малой скорости транспортера, т.е. цепной передачей первой ступени  $Z_1 = 10$ ,  $Z_2 = 32$ .

Норму высеива выше 1000 кг/га получают на большей скорости транспортера, т.е. на передаче  $Z_1 = 25$ ,  $Z_2 = 17$ .

При работе по мокрой колее с травяным покровом на большой скорости транспортера рекомендуется устанавливать цепь противоскользения на приводной ролик.

При работе на максимальных нормах внесения удобрений рекомендуется пружинную гребенку, установленную на выходе транспортера, повернуть вверх и заблокировать в поднятом положении пружинным шплинтом.

5.2. Для равномерного распределения удобрений по ширине захвата следует пользоваться перемещением тукоделителя по его направляющим и изменением положения подвижных деталей тукоделителя, меняя тем самым место подачи удобрений на центробежные диски, что дает возможность регулировать дальность разбрасывания.

Перемещение тукоделителя вперед по ходу разбрасывателя увеличивает концентрацию удобрений в средней части засеваемой полосы. Перемещение тукоделителя назад по направляющим увеличивает концентрацию удобрений по краям засеваемой полосы.

Поворот подвижных деталей тукоделителя к центру разбрасывающего диска увеличивает концентрацию удобрений по краям засеваемой полосы, а поворот их в обратном направлении (от центра) увеличивает концентрацию удобрения в средней части засеваемой полосы.

При регулировке необходимо стремиться к обеспечению наибольшей ширины захвата при хорошей равномерности.

5.3. Натяжение приводных цепей транспортера производится следующим образом: первоначально натягивают эксцентриком первую ступень (от ролика к контрприводу), а затем вторую, предварительно ослабив натяжение третьей ступени, таким образом, чтобы стрела провисания между точками сбега со звездочек была равна 4...5 мм. В последнюю очередь натягивают третью ступень, посредством натяжной звездочки, чтобы стрела провисания была равна 6...10 мм.

5.4. Натяжение клинового ремня необходимо начинать с ведущего диска, а после использования его диапазона регулировки, дальнейшее натяжение ремня проводить за счет ведомого диска.

Для регулировки необходимо отпустить гайки стопорных болтов крепления нижнего полушкива и легкими ударами молотка по упорам нижнего полушкива проворачивать его против часовой стрелки с одновременным прокручиванием за ремень обоих дисков. После окончания регулировки стопорные болты необходимо надежно затянуть.

Ремень правильно натянут, если при нагрузке в 40 Н стрела прогиба будет равной 6...10 мм. Особенно тщательно надлежит проверять натяжение ремня в первые 48 часов его работы. За это время происходит наибольшая вытяжка ремня.

5.5. Регулировка натяжения транспортера осуществляется перемещением его натяжной оси (она же – ведомая) при помощи натяжных винтов. Прутки транспортера должны прилегать к полу кузова, а снизу иметь стрелу прогиба до 10 мм. Перетяжка не допускается, т.к. это может привести к обрыву или ускоренному износу прутков и звездочек. Перед регулировкой необходимо тщательно очистить ручьи пола кузова от удобрений.

5.6. При эксплуатации разбрасывателя 1-РМГ-4 необходимо соблюдать давление в шинах в пределах 0,35 МПа ( $3,5 \text{ кг}/\text{м}^2$ ) и следить за герметичностью всех соединений трубопроводов, уровнем масла в гидросистеме трактора. Необходимо осуществлять тщательный контроль тормозной системы, электрооборудования разбрасывателя, своевременно выявляя и устраняя все обнаруженные неисправности указанных систем. Через каждый 200 часов работы производится регулировка подшипников ступицы ходовых колес. Особое внимание необходимо уделять очистке и мойке разбрасывателя от минеральных удобрений после окончания работ, т.к. минеральные удобрения вызывают интенсивную коррозию кузова и всех его узлов.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Для чего предназначена машина 1-РМГ-4?
2. Перечислите основные рабочие органы разбрасывателя.
3. Технологический процесс работы машины.
4. Какие пределы норм внесения удобрений?
5. Какова грузоподъемность машины?
6. Как достигается установка нормы внесения до 1000 и свыше?
7. Чем достигается равномерность распределения удобрений по площади поля?
8. Перечислите основные регулировки разбрасывателя.
9. Какие операции технического обслуживания проводятся при эксплуатации разбрасывателя?

### **УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

1. Дать описание, назначение и краткую техническую характеристику машины 1-РМГ-4.

2. Начертить принципиальную схему 1-РМГ-4 и коротко описать устройство машины.

3. Описать основные регулировки машины и пути их достижения.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ 1-РМГ-4

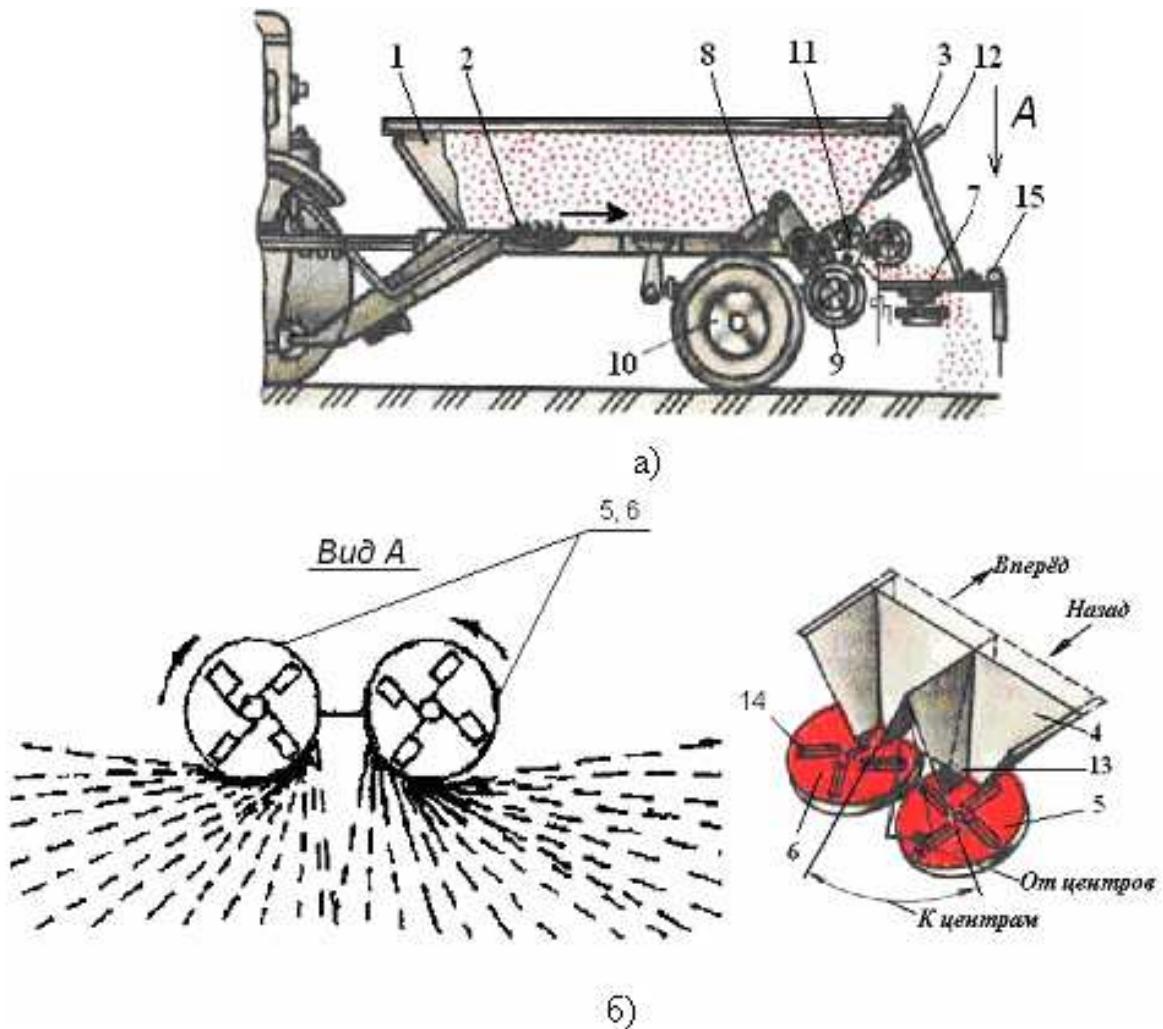


Рисунок 1 - Схема рабочего процесса машины 1-РМГ-4:

а) технологическая схема; б) разбрасывающее устройство.

1 - кузов, 2 - транспортер; 3 - дозирующее устройство; 4 - тукоделитель; 5 - правый разбрасывающий диск; 6 - левый разбрасывающий диск; 7 - гидромотор; 8 - гидроцилиндр; 9 - приводной ролик; 10 - ходовое приводное колесо; 11 - ведущий вал транспортера; 12 - заслонка дозатора; 13 - шарнирно-рычажный механизм дозирующего устройства; 14 - лопатка; 15 - ветрозащитное устройство.

## **2.18 Лабораторная работа №18 (2 часа).**

**Тема: Сеноуборочные машины. Технологический процесс зерноуборочных комбайнов**

**2.18.1 Цель работы:** Изучить устройство и технологический процесс, регулировки двухбруской косилки, комбайна ДОН-680

### **2.18.2 Задачи работы:**

Изучить устройство и технологический процесс, регулировки двухбруской косилки

### **2.18.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Косилка двухбруская полунавесная КДП-4, Комбайн ДОН-680

### **2.18.4 Описание (ход) работы:**

#### **1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

|   |         |
|---|---------|
| Ширина захвата, м                         | 4       |
| Число режущих аппаратов, шт.              | 2       |
| Производительность на один час работы, га | 3,6     |
| Потребляемая мощность, кВт                | около 6 |
| Число ходов ножей в минуту                | 860-925 |
| Средняя высота среза, мм                  | 60      |
| Транспортный просвет, мм                  | 200     |
| Масса косилки без запчастей,              |         |
| Инструмента и упаковки, кг                | 870     |
| Рабочая скорость, км/час                  | до 9    |

## **2. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО КОСИЛКИ**

Основными узлами и механизмами косилки являются: рама 1 с домкратом, стойкой и опорным колесом; кронштейн навески 2; режущие аппараты 3 (передний и задний) с тяговыми штангами 4; коробки эксцентрика 5 (передняя и задняя); шатун 6; трансмиссии; механизм подъема 7 режущих аппаратов и тяговый предохранитель 8.

*Рама 1 с домкратом, стойкой и опорным колесом.* Рама сварная расположена с правой стороны трактора и присоединяется к нему в двух точках к скобе прицепа с помощью вилки и лонжерона посредством кронштейна навески. Полевая часть рамы опирается на пневматическое колесо. На раме монтируют все механизмы косилки.

*Кронштейн навески.* Он представляет собой скобы с лапками, к которым болтами прикреплены косынки 2.

Косынки имеют ряд отверстий, позволяющих присоединить кронштейн навески к лонжеронам трактора.

*Режущие аппараты 3.* Передний и задний с тяговыми штангами имеют одинаковое устройство и расположены с правой стороны трактора. Основными частями *режущего аппарата* являются: нож, пальцевый брус башмаки, пальцы, пластины трения и прижимы. Нож состоит из сегментов, спинки и головки. Сегменты имеют два лезвия и прикреплены к спинке, изготовленной из полосовой калиброванной стали. К ней прикреплена головка, которая служит для присоединения шатуна к ножу.

*Пальцевый брус* – это стальная полоса переменного сечения, к которой болтами с потайной головкой прикреплены пальцы режущего аппарата со стальными пластинами (вкладышами). Кромки вкладышей имеют насечку, которая препятствует выскользыванию травы при ее срезании. Нож, движение которого в пазах пальцев возвратно-поступательное, задней частью головки и сегментов лежит на пластинах трения, а передней частью на вкладышах пальцев режущего аппарата.

Во время работы нож отходит назад к пальцевому брусу и спинкой прижимается к пластинам трения. Чтобы сегменты ножа плотнее прилегали к вкладышам пальцев, к пальцевому брусу прикреплены семь прижимов, которые не позволяют ножу подниматься вверх.

При движении косилки вперед трава попадает между пальцами, лезвия сегментов прижимают ее к кромкам вкладышей и срезают.

Во время работы косилки режущий аппарат скользит по на двух башмаках (внутреннем и наружном), под которыми имеются стальные подошвы. Подошвы служат для установки режущего аппарата на различную высоту среза травы в зависимости о состояния поверхности почвы.

На внутреннем башмаке укреплены передняя и задняя направляющие головки ножа, а также пруток, который отводит траву от головки ножа вправо по ходу движения.

К наружному башмаку шарнирно крепится полевая доска, которая отводит срезанную траву несколько влево, что обеспечивает свободный проход для внутреннего башмака заднего режущего аппарата, а также внутреннего башмака переднего режущего аппарата и колес трактора при последующих заездах косилки.

*Тяговая штанга 4* с шарниром башмака, кронштейном наклона и *шпренгелем 9* служит для соединения режущего аппарата с рамой косилки, наклона его вперед или назад и выноса вперед наружного конца режущего аппарата.

Тяговая штанга 4 левым концом при помощи пальца соединена вилкой и при помощи хомута шарнирно прикреплена к кронштейну корпуса коробки эксцентрика. На другой (правый) конец штанги надет шарнир 10, который закреплен на ней болтом с гайками при помощи рифленой шайбы и рифленого сектора через кронштейн, приваренный к штанге.

Рифленый сектор боковыми выступами зацепляется за кронштейн. Шайба своими рифами входит в рифы сектора. Кронштейн и рифленый сектор имеют продолговатые отверстия (пазы). Переставляя шайбу в другие рифы, можно установить шарнир и соединенный с ним режущий аппарат под необходимым углом наклона вперед или назад.

В отверстие заднего ушка шарнира 10 спереди вставлена эксцентриковая втулка с сектором отверстий и скрепленная с шарниром болтом. Втулка служит для установки режущего аппарата в положение, при котором осевая линия ножа должна быть параллельна осевой линии шатуна (если смотреть на них сверху).

В отверстие переднего ушка шарнира 10 вставлен шпренгель 9, передний конец которого с помощью серьги прикреплен к крышке коробки эксцентрика.

Шпренгель является главной тягой, удерживающей режущий аппарат в рабочем положении, и одновременно служит для регулировки выноса вперед наружного конца режущего аппарата в рабочем положении, и одновременно служит для регулировки выноса вперед наружного конца режущего аппарата.

*Задняя коробка эксцентрика 5*. Состоит из чугунного литого корпуса, вала эксцентрика, установленного на двух шарикоподшипниках. Передняя коробка эксцентрика отличается от задней лишь корпусом. Все остальные детали передней и задней коробки эксцентриков одинаковы.

*Трансмиссия* состоит из карданной передачи, привода от вала отбора мощности (ВОМ) трактора, цепной передачи, промежуточной передачи двух клиноременных передач вала эксцентриков.

*Механизм подъема режущих аппаратов 7*. Состоит из ряда шарнирно соединенных рычагов и тяг, а также маслопроводов, посредством которых режущие аппараты соединены с выносными гидроцилиндрами и гидросистемой трактора.

Режущие аппараты поднимаются с помощью гидросистемы трактора при встрече с препятствием, а также во время небольших переездов с участка на участок.

*Тяговый предохранитель 8*. Косилка присоединяется к скобе прицепа трактора посредством тягового предохранителя. Последний при встрече с препятствием позволяет

расцепляться передней точке крепления косилки и разворачиваться вокруг задней точки прицепа, предохраняя механизмы косилки от повреждений и поломок. Тяговый предохранитель состоит из кронштейна прицепной вилки, подвижной вилки прицепа с конусным штырем, штыря вилки прицепа и пружины регулировочной. Подвижная вилка прицепа удерживается от осевых перемещений конусным штырем, который входит в конусное отверстие кронштейна прицепной вилки. Сила, удерживающая подвижную вилку прицепа, настраивается с помощью регулировочной пружиной.

При наезде косилки на препятствие под действием увеличивающейся силы, конусный штырь выжимается из конусного отверстия кронштейна прицепной вилки, и рама косилки вместе с подвижной вилкой прицепа отходит назад. При этом штырь передней точки подвески также перемещается с косилкой назад и выходит из ушка рамки, передняя часть косилки падает и подошвой домкрата ложится на почву. Под действием силы сцепления с почвой косилка разворачивается вокруг задней точки подвески. Ограничительная цепь, соединенная с трактором и косилкой, ограничивает угол поворота.

### **3. РЕГУЛИРОВКА МЕХАНИЗМОВ КОСИЛКИ.**

*1. Регулировка выноса вперед наружных башмаков режущих аппаратов.* Наружный конец режущего аппарата необходимо вынести вперед относительно внутреннего на 35-55 мм. Это обеспечивается изменением длины шпенгеля.

*2. Регулировка положения ножа в режущем аппарате.* В собранных режущих аппаратах передние концы сегментов ножа обязательно должны лежать на вкладышах пальцев. Между задним концом вкладыша и сегментом допускается зазор 1 мм.

Прижимы ножа должны касаться сегментов. В случае возникновения зазора их необходимо пригнуть к сегментам легкими ударами молотка. Если между вкладышами и концами сегментов или между прижимами и сегментами будут зазоры, то в процессе работы режущий аппарат будет забиваться травой, для среза потребуются большие усилия, что может привести к разрыву ножа.

*3. Центрирование ножа.* В крайних положениях шатуна середины сегментов ножа должны совпадать с серединой пальцев. Это достигается изменением длины шатуна путем вращения нижней его головки.

Перебег ножа в сторону наружного башмака не допускается, так как в этом случае при постановке режущего аппарата в транспортное (вертикальное) положение шатун встанет в распор.

*4. Регулировка наклона режущего аппарата.* Если почва неровная, то пальцы режущего аппарата могут врезаться в землю. Во избежание этого режущий аппарат следует наклонить назад.

При полеглом травостое режущий аппарат необходимо наклонить вперед, чтобы пальцы поднимали траву и не приминали ее.

Режущий аппарат наклоняется вперед или назад поворотом шарнира внутреннего башмака относительно тяговой штанги.

*5. Регулировка высоты среза травы.* При работе на каменистой почве, во избежание поломки пальцев режущего аппарата и сегментов ножа, необходимо увеличить высоту расположения пальцевого бруса относительно почвы. Для этого нужно переставить подошвы башмаков на вышележащие отверстия. Высота среза травы увеличивается.

*6. Регулировка давления башмаков на землю.* Давление башмаков режущих аппаратов на землю регулируется натяжением компенсационных пружин таким образом, чтобы у внутренних башмаков режущих аппаратов давление было 25-35 кг, а у наружных – 8-15 кг.

*7. Регулировка механизма подъема.* При подъеме каждого режущего аппарата гидросистемой трактора с помощью выносного гидроцилиндра внутренний и наружный

башмаки должны одновременно отрываться от земли, что достигается вращением в ту или другую сторону винта шарнирных звеньев, присоединенных к внутреннему башмаку.

8. Натяжение цепи цепной передачи регулируется поворотом эксцентриковой оси ведущей звездочки. Допустимая стрела провисания цепи – 20 м.

9. Тяговый предохранитель регулируется в процессе работы. Он должен срабатывать только при наезде косилкой на препятствие, необходимо следить, чтобы при срабатывании тягового предохранителя передняя часть косилки ложилась на землю только на опорную плиту переднего домкрата и ограничительная цепь не позволяла разворачиваться косилке более, чем на  $40^{\circ}$  во избежание поломки прицепной вилки косилки.

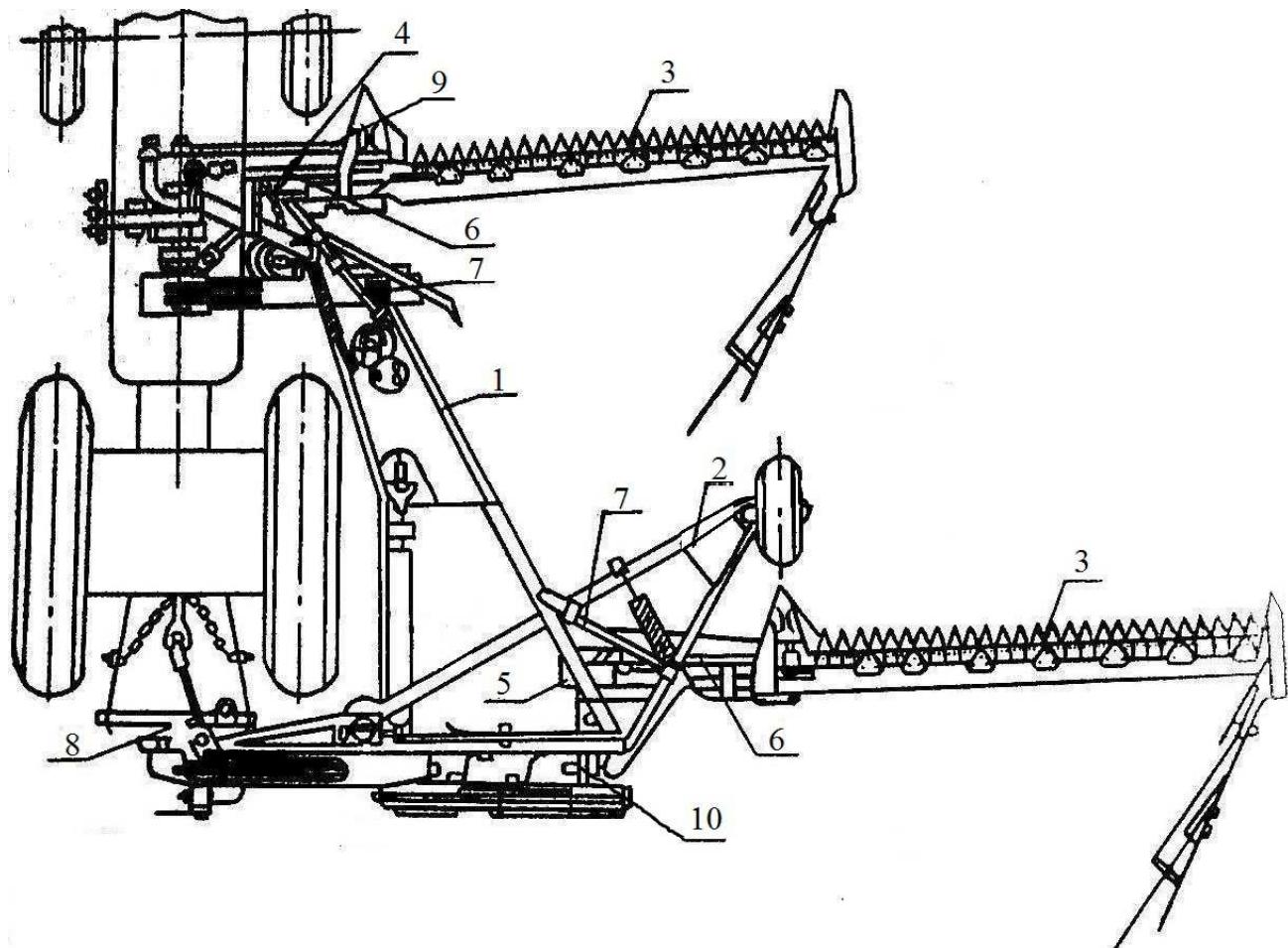
#### 4. УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА.

В отчете необходимо привести техническую характеристику, перечислить основные узлы и их детали, описать регулировки.

#### 5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.

1. Перечислите основные узлы косилки.
2. Расскажите о назначении и устройстве тяговой штанги и шпренгеля. Какие регулировки выполняются с их помощью?
3. Перечислите трансмиссии, передающей движение от ВОМ к режущим аппаратам.
4. Расскажите об устройстве и работе тягового предохранителя.
5. Перечислите регулировки косилки КДП-4.
6. Что регулируется с помощью эксцентриковой втулки, вставленной в заднее отверстие шарнира 10?

#### 6. ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



*Цель занятий:* Изучить устройство, рабочий процесс и регулировки комбайна «Дон-680».

*Оборудование и наглядные пособия:* Самоходный кормоуборочный комбайн «ДОН-680»

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРАКТЕРИСТИКА «ДОН-680»

Самоходный кормоуборочный комбайн предназначен для скашивания и измельчения с одновременной погрузкой в транспортные средства силосных культур, в том числе кукурузы в фазе восковой спелости зерна, многолетних трав и однолетних бобовозлаковых смесей в фазе восковой спелости зерна бобового компонента: сорго, подсолнечника и других культур, подбора подвяленной массы из валка.

|   |                         |
|---|-------------------------|
| <i>Техническая характеристика</i>   |                         |
| Масса комбайна конструктивная (сухая), не более, кг   | 9000                    |
| Рабочая скорость, м/ч   | 10                      |
| Транспортная скорость, не более, км/ч   | 20                      |
| Пропускная способность, кг/с (т/ч) (производительность в час чистого времени) комбайна на уборке: |                         |
| а) трав влажностью 75%, с урожайностью 200 ц/га   | 15(54)                  |
| б) трав проявленных (влажностью 55 %) массой волка не менее 6 кг на метр длины                    | 14(50)                  |
| в) кукурузы на силос (влажностью 80%) урожайностью не менее 45 т/га                               |                         |
|   | 30 (108)                |
| г ) кукурузы с початками восковой спелости зерна на силос с урожайностью до 30 т/га               | 12 (43,2)               |
| Рассчетная регулируемая длина резки (настройка), мм   | 3,5: 8; 20              |
| Двигатель   |                         |
| Марка   | СМД-31Б-4               |
| Мощность эксплуатационная, кВт (л.с.)   | 206 (280)               |
| Питающий аппарат  |                         |
| Число вальцов, шт.  | 5                       |
| Привод  | от редуктора, реверсный |
| Измельчающий аппарат  |                         |
| Диаметр барабана, мм  | 750                     |
| Число ножей на барабане, установленных при отгрузке, шт.  | 12                      |
| Частота вращения измельчающего барабана, мин-1  | 838                     |
| Угол поворота силосопровода, град, от оси комбайна в левую и правую сторону                       | 90                      |
| Объемный гидропривод ведущих колес  |                         |
| Насос   | НП- 90                  |
| Гидромотор  | ГП-90                   |
| Основная гидросистема   |                         |
| Насос   | НШ-32А-5                |
| Гидромоторы, 2 шт.  | МГП-125                 |
| Гидрообъемное рулевое управление  |                         |
| Насос   | НШ-10Е                  |
| Насос-дозатор   | ВД-80К-12               |
| Усилитель потока  | УП-120, золотниковый    |

## УСТРОЙСТВО МАШИНЫ

Самоходный измельчитель. Рабочие узлы самоходного измельчителя (рис 1) монтируются на раме 2, которая установлена на мосты ведущих 3 и управляемых 5 колес.

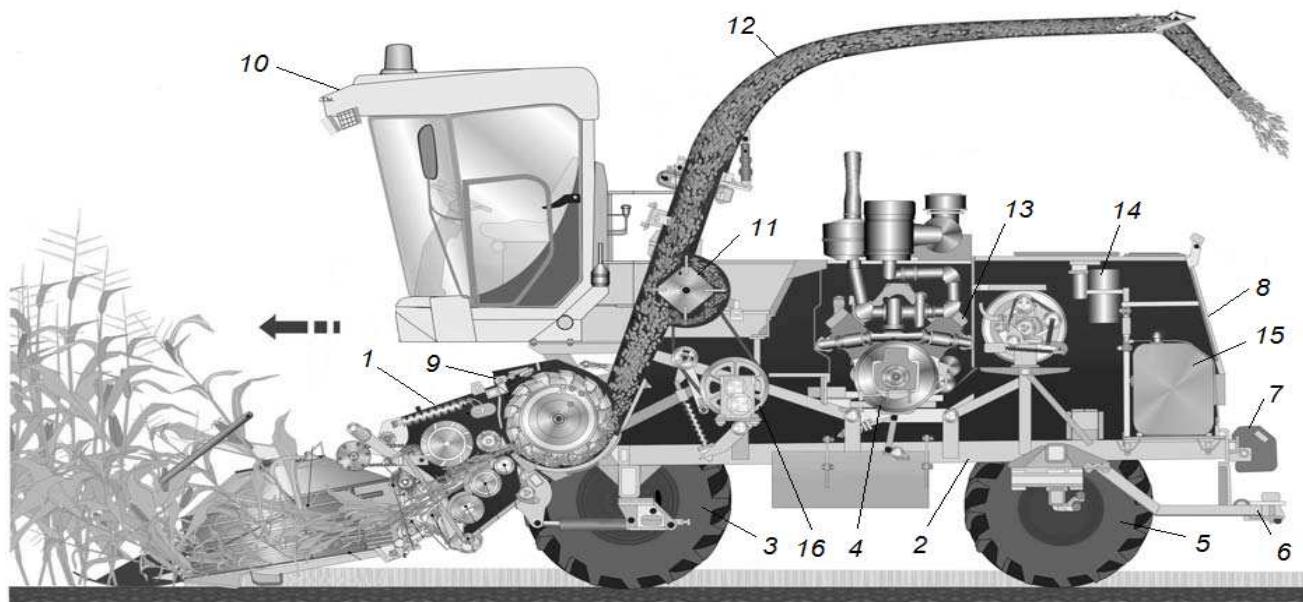


Рисунок 1 - Самоходный измельчитель: 1- питающий аппарат; 2-рама; 3-ведущее колесо; 4-главный контрпривод; 5-управляемое колесо; 6-прицепное устройство; 7- противовес; 8-капот; 9-измельчающий аппарат; 10-кабина; 11-конфузор с ускорителем; 12- силосопровод; 13-моторно-силосовая установка; 14-масляный бак; 15-топливный бак; 16-редуктор ускорителя

На передней части рамы установлен питающий аппарат 1, измельчающий аппарат 9, конфузор с ускорителем 11, силосопровод 12, кабина 10 с площадкой управления. В средней части рамы установлены главный контрпривод 4 и редуктор ускорителя 16. В задней части рамы расположены моторно-силовая установка 13, масляный 14 и топливный 15 баки, противовесы 7. Моторная установка сверху, сбоку и сзади закрыта капотом 8. На задней поперечине рамы имеется прицепное устройство 6 для присоединения прицепа-ёмкости.

Питающий аппарат состоит из каркаса, пяти вращающихся вальцов: двух верхних, трех нижних, вала контрпривода питателей с муфтой останова

Привод питающего аппарата осуществляется ременной передачей от шкива, установленного на вал измельчающего барабана. Включение и выключение ременной передачи осуществляется с рабочего места комбайнера.

При включении передачи необходимо двигатель вывести на максимальные обороты. Выключение передачи возможно двумя способами. Первый - кнопкой из кабины, второй – автоматически от сигнала датчика металлодетектора при попадании в рабочую камеру вместе с поступающей массой металлических предметов.

Измельчающий аппарат состоит из барабана с приводным шкивом, установленным в каркасе. Измельчающий аппарат снабжен гладким днищем и противорежущим бруском. Для заточки ножей барабан снабжен заточным устройством, расположенным сверху барабана на панелях каркаса. Вращение барабана при заточке осуществляется гидроприводом быстрого реверса, включаемого с рабочего места комбайнера. За измельчающим аппаратом на комбайне расположен конфузор.

Конфузор представляет собой трубопровод, по которому измельченная масса, поступающая из измельчающего аппарата, направляется в ускоритель массы и далее в силосопровод.

Для поворота силосопровода на 90° в левую сторону или в правую сторону по ходу комбайна предназначено поворотное устройство, которое обеспечивает возможность погрузки измельченной массы в транспортное средство, идущее слева или справа от комбайна, или в прицепленную емкость.

Поворотное устройство силосопровода состоит из переходника, сектора, корпуса с червячной парой. На корпусе закреплена плита, на которой болтами закреплен силосопровод. Поворот силосопровода осуществляется гидромотором.

Для передачи вращения от двигателя комбайна к измельчающему барабану и ускорителю массы конфузора служит контрпривод измельчающего барабана.

Привод измельчающего барабана осуществляется от шкива контрпривода двумя четырехручьевыми ремнями. На раме комбайна крепится механизм включения главного контрпривода измельчителя. Он состоит из механизма натяжения ремня на единой основе, защитных кожухов, кронштейнов крепления кожухов на раме комбайна.

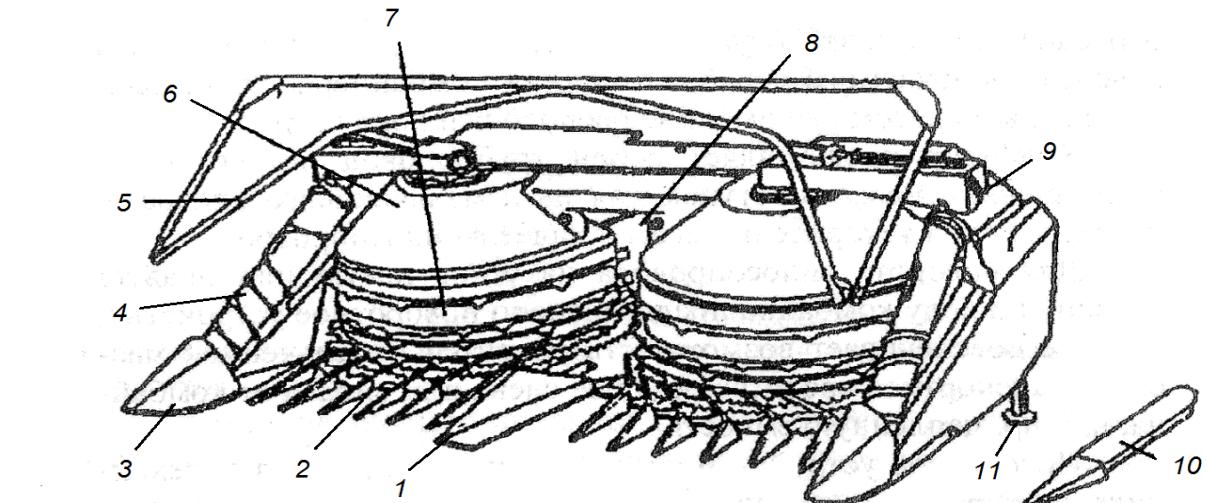
Включение и выключение контрпривода осуществляется механизмом натяжения из кабины комбайна.

Для уборки кукурузы в фазе высокой спелости початков предназначен доизмельчитель зерна, который устанавливается на силосопроводе.

Жатка для грубостебельчатых культур предназначена для скашивания кукурузы, в том числе в фазе восковой и полной спелости зерна, подсолнечника и других высокостебельных культур.

Жатка состоит из двух барабанов 7 с роторами, боковых делителей 4, заламывающего бруса 5, ограждения и механизмов передач. В средней части жатки установлен средний делитель 1.

На цилиндрической части барабана приварены пальцевые сегменты, которыми барабан направляет срезанную массу растений к питающему-измельчающему аппарату измельчителя. Под барабаном установлен ротор, к диску которого крепятся ножи для



скашивания растений.

Вращение роторам и барабанам передается карданным валом от измельчителя на вал цилиндрического редуктора углового привода.

Рисунок 2 - Жатка для грубостебельчатых культур:

1-средний делитель; 2-ротор; 3-башмак бокового делителя; 4-делитель боковой; 5-заламывающий брус; 6-кожух обшивки; 7- барабан; 8-скребок; 9-ременная передача; 10-делитель средний сменный; 11-опора стояночная.

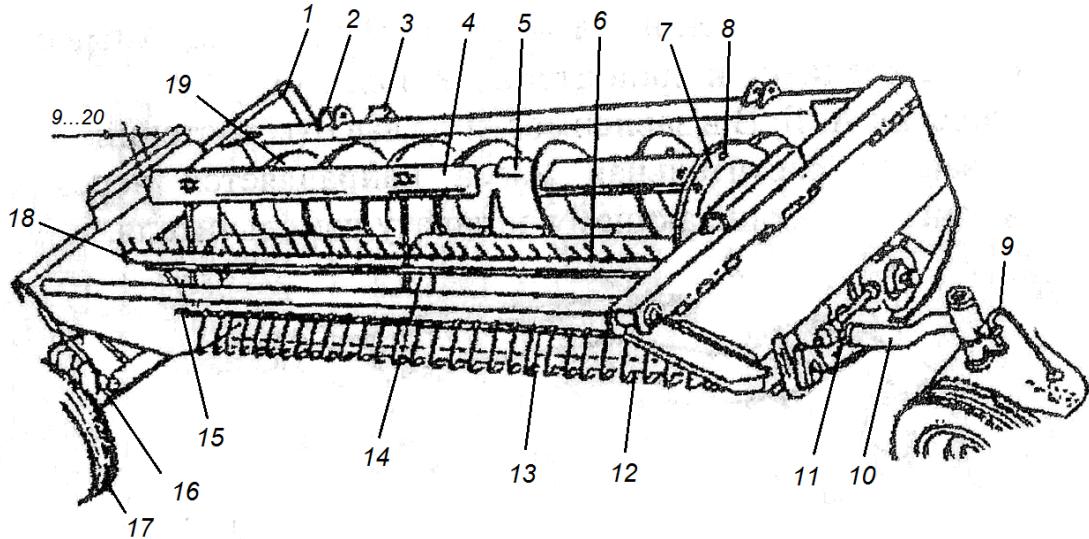
Цилиндрический редуктор имеет два входных вала для получения заданной резки при различных режимах работы.

На шестерне первой цилиндрической пары конического редуктора установлена фрикционная муфта для предохранения редуктора от поломок при забивание жатки.

В верхней части конического редуктора установлен шкив привода шнека бокового делителя, который осуществляется клиноременной передачей.

Для наклона растений на жатке установлен заламывающий брус.

Жатка для трав. Жатка для трав предназначена для скашивания тонкостебельных культур высотой до 1,5м. Жатка (рис. 3) состоит из следующих основных элементов: рамы



,1 шнека 1 9, четырехгребельного мотовила 4 режущего аппарата 12, редуктора 3, контрпривода механизмов передач, транспортных тележек 10,17.

Платформа с подборщиком агрегатируется с комбайном «Дон—680», предназначена для навески жаток для уборки кукурузы или подборщика и подачи кукурузы или валков в приемную камеру (питатель) кормоуборочного комбайна.

Рисунок 3 - Жатка для трав: 1-рама; 2-ловители верхние; 3-редуктор контрпривода; 4-мотовило; 5-лопатка; 6-зуб пружинный; 7-дорожка; 8-отверстие монтажное; 9 и 11-фиксаторы передней тележки; 10-передняя тележка; 12-режущий аппарат жатки; 13-граблина; 14-держатель; 15-плита; 16-устройство натяжное задней тележки; 17-задняя тележка; 18-вал граблины; 19-шнек.

Платформа с подборщиком включает платформу, подставку, механизм привода, раму навески подборщика и подборщик.

Платформа к кормоуборочному комбайну состоит из корпуса шнека, снабженного лопatkами, размещенными посередине на трубе шнека, напротив входного окна в проставку. На корпусе платформы расположены три винтовых домкрата, служащие для установки платформы на площадку при монтаже, ремонте и хранении.

Проставка жатки для уборки трав для уборки трав к кормоуборочному комбайну «Дон-680» предназначена для навески на комбайн жатки для уборки трав КИС 02.00.000Б и подборщика КИС 09.00.000.

Проставка состоит из рамки переходной и проставки к питателю, блока звездочек для привода битера и вала привода жатки или подборщика.

Гидравлическая система. Гидравлическая система комбайна состоит из трех независимых систем: - основной гидросистемы; - гидросистемы рулевого управления; - гидросистемы объемного привода ходовой части.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАБОТЫ МАШИНЫ

Роторная жатка сужает поток поступающих растений и направляет его в горловину питающего аппарата. Растения захватываются вальцами питающего аппарата, подпрессовываются и подаются в измельчающий аппарат. Барабаном измельчающего аппарата масса измельчается и поступает в конфузор, где она подхватывается лопастями ускорителя и направляется в силосопровод. По силосопроводу измельченная масса подается в движущееся рядом или прицепленное к комбайну сзади транспортное средство. С помощью козырька силосопровода осуществляется изменение направления движения потока измельченной массы для обеспечения равномерного заполнения транспортного средства.

При подборе комбайн движется вдоль валка так, чтобы он располагался между колесами по центру подборщика (рис.4). Пальцы подборщика поднимают валок и подают его к шнеку. Сбросив массу, они скользят по стеблесъемнику и освобождаются от оставшихся стеблей. Нормализатор подборщика удерживает массу, чтобы ее не раздувал ветер и она попадала под шнек платформы.

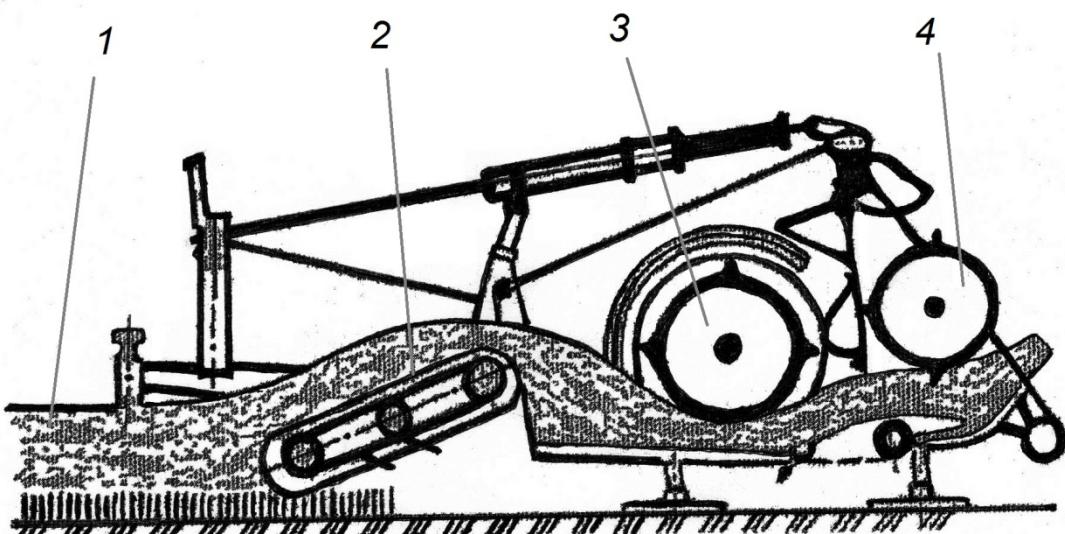


Рисунок 4 - Схема технологического процесса работы платформы с подборщиком комбайна «Дон-680»: 1-трава подвяленная; 2-транспортер подборщика; 3-шнек; 4-битер

Шнек со спиралями правого и левого направления перемещает валок к середине корпуса платформы. Гребенки шнека захватывают его и подают на битер простоянки, который направляет массу в питатель комбайна реверсивной прокрутки рабочих органов. Механизм привода платформы состоит из цепных передач, привода вала и вариатора.

## ПОДГОТОВКА МАШИНЫ К РАБОТЕ И РЕГУЛИРОВКИ

При подготовке к эксплуатации комбайна регулируются следующие технологические параметры: -производительность; -длина резки; - высота среза растений.

Производительность комбайна регулируется изменением скорости поступательного движения. Для сигнализации о забивании рабочих органов и падении оборотов дизеля вследствие перегрузки в кабине комбайна установлен тахоспидометр, стрелка которого фиксирует при перегрузке падение оборотов двигателя. В этом случае комбайннер должен снизить скорость движения комбайна.

Длина резки стеблей может регулироваться изменением частоты вращения вальцов питающего аппарата, что достигается переключением диапазонов редуктора питающего аппарата.

Для перевода силосопровода в рабочее положение необходимо включить гидроцилиндр, поднять силосопровод и затем завести болт откидной в паз опоры

силосопровода и затянуть гайки. Комбайн готов для работы. После окончания работы и переездов с поля на поле силосопровод для уменьшения транспортного габарита комбайна по высоте необходимо перевести в транспортное положение. Для этого следует отпустить гайки, которые удерживают силосопровод в рабочем положении и с помощью гидроцилиндра опустить силосопровод на опору. Комбайн готов для транспортных переездов.

Для предотвращения поломок вальцев питающего аппарата и ножей измельчающего барабана в случае попадания металлических предметов среди скошенной или подбираемой массы комбайн «Дон-680» оснащен металлодетектором, установленным в нижнем вальце питающего аппарата. На пульте управления в кабине комбайна загорается в этом случае красная лампочка и автоматически отключается леникс привода питателя с одновременным выключением электромагнита останова питателя. Подача скошенной или подбираемой массы растений в приёмную камеру питающего аппарата прекращается. В этом случае комбайнер должен остановить комбайн, отъехать несколько метров назад и начать операции по удалению металлического предмета из приемной части питающего аппарата. Для этого необходимо переключить рычаг скоростей редуктора питателя в нейтральное положение, переключить рычаг включения механизма реверса в рабочее положение и включить гидромотор реверса. Питающий аппарат начинает вращаться в противоположную сторону и вместе с массой должен быть выведен металлический предмет в зону простоя адаптера. Выключите гидромотор реверса. Включите редуктор питающего аппарата на обороты, соответствующие максимальной длине резки растений, включите вновь гидромотор реверса. Вышедшая из камеры питающего аппарата масса начинает выбрасываться из адаптера, навешанного на комбайн, на землю. Заглушите двигатель комбайна и внимательно просмотрите выброшенную на землю массу с целью нахождения в ней металлического предмета который необходимо удалить. Запустите двигатель комбайна, включите рычаг реверса. Комбайн готов для дальнейшей работы.

Натяжение ремня измельчающего барабана осуществляется автоматически с помощью подпружиненного натяжного шкива, что обеспечивает работу ремня в оптимальных условиях. Включение и выключение механизма привода измельчителя производятся при частоте вращения вала двигателя не выше 1000 мин  $-1$ . Запрещается включать и выключать привод при большей частоте вращения вала двигателя.

Величины зазора между ножами барабана и противорежущим бруском регулируются положением двух бонок. Зазор между ножами барабана и гладким днищем регулируется тягой.

Регулировка муфты на коническом редукторе производится подтягиванием тарельчатых пружин гайкой. Крутящий момент должен быть 567...635 Нм (57...65 кГс.м).

При работе жатки на уборке кукурузы с подсевом злаковых культур боковые активные делители должны быть переведены в пассивные.

При проведении технического обслуживания смазку подшипника опоры барабана осуществляют при установке жатки на максимально выдвинутые опоры. Для этого поднимают переднюю часть жатки и под подошвы делителей устанавливают устойчивые подставки высотой 300...400 мм. Убедившись в устойчивости жатки, снимают стопорное кольцо опоры барабана и крышку; полость заполняют смазкой и устанавливают крышку и стопорное кольцо на место.

Для замены сегмента ножа ротора жатку устанавливают на максимально выдвинутые опоры. Замену ножа производят с задней стороны жатки, отворачивая по четыре болта на каждом сегменте.

Механизм уравновешивания обеспечивает регулировку давления жатки на копирующие башмаки. Регулировку производят натяжением блока пружин регулировочными винтами. Давление башмаков на почву должно быть в пределах 300...500 Н (30...50 кГс).

При повышении давления башмаки быстро изнашиваются, происходит зарывание ножей в землю, при понижении давления ухудшается копирование рельефа, увеличивается высота и неравномерность среза растений.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назначение комбайна «Дон-680»
2. Показать на машине и перечислить основные узлы «Дон-680», их назначение.
3. Назначение и устройство измельчителя
4. Назначение и устройство жаток для грубостебельчатых культур и для трав.
5. Для чего необходима платформа.
6. Для чего необходима проставка.
7. Как подготовить комбайн к работе? Какие регулировки при этом необходимо провести?

## **УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

Описать назначение комбайна «Дон-680»

Дать краткую характеристику комбайна.

Вычертить схему комбайна, показать основные узлы и детали.

Описать порядок проведения основных регулировок комбайна.